

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi



**Carbon Tax Implementation on Banten's Coal Power Plant: IRIO
Method**

Tim Peneliti:

Fahrizal Taufiqurrachman, S.E., M.SE 0722119203

Hening Anitasari, S.E., M.M 0716127701

Sahra Dwi Irma Rosida 23602011122

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode II Tahun Anggaran 2025/2026

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PROPOSAL PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

1. **Judul Penelitian** : Carbon Tax Implementation on Banten's Coal Power Plant: IRIO Method
2. **Ketua Peneliti**
 - a. Nama Peneliti : Fahrizal Taufiqurrachman, S.E., M.SE
 - b. NIDN : 0722119203
 - c. Program Studi : Ekonomi Pembangunan
 - d. E-mail : fahrizaltaufiqurrachman@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Ekonomi Regional
3. **Anggota Peneliti 1**
 - a. Nama Dosen : Hening Anitasari, S.E., M.M
 - b. NIDN : 0716127701
 - c. Program Studi : Ekonomi Pembangunan
 - d. E-mail : heninganita@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Ekonomi**Anggota Peneliti 2**
 - a. Nama Mahasiswa : Sahra Dwi Irma Rosida
 - b. NIM : 23602011122
 - c. Program Studi : Ekonomi Pembangunan
 - d. E-mail : sahraa.dwi28@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Ekonomi
4. **Jangka Waktu Penelitian** : 6 Bulan
6. **Lokasi Penelitian** : Provinsi Banten
7. **Dana Diusulkan** : Rp 3.000.000,-

Bojonegoro, 23 Februari 2026

Mengetahui,
Ketua LPPM Universitas Bojonegoro

Pengusul,



Dr. Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.
NIDN 07 2108 8601

Fahrizal Taufiqurrachman, S.E., M.SE
NIDN. 0722119203

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur Kepada ALLAH SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyusun proposal penelitian ini yang didanai secara internal oleh Universitas Bojonegoro dengan judul “**Carbon Tax Implementation on Banten’s Coal Power Plant: IRIO**”

Dalam Penelitian ini, tidak luput dari kekurangan dan kesulitan baik berupa hambatan maupun rintangan sehingga proposal kami ini jauh dari kata sempurna. Namun, pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Arief Januwarso S.sos, M.si Selaku Ketua Yayasan Universitas Bojonegoro.
2. Ibu Dr. Tri Astuti Handayani, SH., M.Hum Selaku Rektor Universitas Bojonegoro.
3. Ibu Dr. Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc. Selaku Ketua LPPM Universitas Bojonegoro.
4. Ibu Endang, SE,MM Selaku Dekan Fakultas Ekonomi.

Dengan demikian, kami mengharapkan petunjuk dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun kearah perbaikan untuk kesempurnaan. Kami berharap semoga penelitian ini dapat menambah pengetahuan bagi setiap orang yang membacanya.

Bojonegoro, 14 November 2025

Tim Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| RINGKASAN | ix |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 5 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Landasan Teori..... | 9 |
| 2.1.1 Eksternalitas dan Pigouvian Tax..... | 9 |
| 2.1.2 Ekonomi Lingkungan dan Instrumen Kebijakan Iklim | 9 |
| 2.1.3 Analisis Input-Output dan Model Ekonomi Regional | 9 |
| 2.1.4 Integrasi Emisi Karbon dalam Model Input-Output | 10 |
| 2.1.5 Studi Empiris Dampak Pajak Karbon | 10 |
| 2.1.6 Kajian Tentang PLTU dan Transisi Energi di Indonesia..... | 10 |
| 2.1.7 Kesenjangan Penelitian | 10 |
| 2.2. Penelitian Terdahulu | 11 |
| 2.3. Kerangka Konsep Penelitian..... | 12 |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| 3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian | 13 |
| 3.2. Lokasi Penelitian..... | 13 |
| 3.3. Populasi, Sampel dan Tehnik Pengambilan Sampel..... | 13 |
| 3.4. Jenis Data dan Tehnik Pengumpulan Data..... | 13 |
| 3.5. Analisis Data | 13 |
| BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN | |
| 4.1. Hasil Penelitian..... | 15 |
| 4.2. Pembahasan Penelitian | 18 |
| BAB V: PENUTUP | |
| 5.1. Kesimpulan..... | 27 |
| 5.2. Saran | 28 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu..... | 11 |
| Tabel 4.1 Pendapatan dari Pajak Karbon | 16 |
| Tabel 4.2 Dampak Pajak Karbon PLTU di Provinsi Banten (Juta) | 18 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Kerangka Konseptual | 12 |
| Gambar 4.1 Kuadran Keterkaitan Ke Belakang dan Depan Provinsi Banten..... | 17 |
| Gambar 4.2 Sebaran Tambahan Output dari Pajak Karbon PLTU | 21 |
| Gambar 4.2 Sebaran Tambahan Pendapatan dari Pajak Karbon PLTU..... | 24 |
| Gambar 4.2 Sebaran Tambahan Tenaga Kerja dari Pajak Karbon PLTU | 25 |

RINGKASAN

Penelitian tentang *Implementasi Pajak Karbon di PLTU Banten: Metode IRIO* (Input-Output Regional dengan Integrasi Emisi Karbon) bertujuan menganalisis dampak ekonomi dan ketenagakerjaan dari penerapan pajak karbon pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbasis batu bara di Banten. Menggunakan model IRIO yang dikembangkan dari matriks input-output regional Banten, penelitian ini mengintegrasikan data emisi CO₂ sektoral untuk mensimulasikan efek berantai dari kenaikan biaya produksi akibat pajak karbon terhadap output, income, dan tenaga kerja di seluruh sektor ekonomi. Hasil menunjukkan bahwa sektor pengadaan listrik dan gas mengalami penurunan paling signifikan, dengan dampak meluas ke sektor industri, transportasi, dan perdagangan melalui keterkaitan antar-sektor. Namun, studi juga mengidentifikasi potensi mitigasi melalui transisi energi dan kebijakan pendukung, menegaskan bahwa pendekatan IRIO efektif dalam menangkap kompleksitas dampak makroekonomi dari kebijakan iklim di tingkat daerah.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak negara yang telah memperluas penggunaan instrumen pajak lingkungan, seperti pajak atas sulfur dioksida, kantong plastik, limbah padat, dan baterai. Bahkan di Amerika Serikat, kini muncul dukungan kuat terhadap pendekatan berbasis harga (pajak karbon) dibanding sistem *cap-and-trade*, pentapan dan menaikkan harga pajak emisi karbon adalah kunci untuk mendekarbonisasi perekonomian. Namun, publik hanya akan mendukung pajak ini jika pendapatannya dikembalikan kepada mereka (Chiroleu-Assouline & Fodha, 2014). Kekhawatiran akan penerapan *green tax shift* (pergeseran ke pajak hijau) akan memunculkan penolakan publik terutama kelompok berpenghasilan rendah, dimana pajak karbon cenderung regresif karena rumah tangga miskin menghabiskan proporsi pendapatan yang lebih besar untuk konsumsi energi, transportasi dan pemanasan (memasak). Penerapan pajak hijau ini bertujuan untuk mengurangi pajak tenaga yang distorsif dan berpotensi menghasilkan keuntungan dari sisi lingkungan dan ekonomi (Aubert & Chiroleu-Assouline, 2019).

Kualitas udara yang buruk di Provinsi Banten disebabkan oleh kawasan industri yang berbasis emisi karbon dan pembangkit listrik tenaga batu bara yang berada di daerah tersebut (Manan, 2025). Banten menjadi daerah tertinggi dengan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) di Indonesia per 13 November 2025 (Fadhlurrahman, 2025; Permana, 2025) Peningkatan polusi udara yang terjadi di Provinsi Banten, Jawa Barat, dan DKI Jakarta berdampak pada meningkatnya kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) (Yuningsih, 2023), Pencemaran polusi udara di Provinsi Banten di yang di timbulkan oleh aktivitas PLTU sehingga berdampak kepada masyarakat (Lauri Myllyvirta, 2020; Puspaningtyas et al., 2024)

Isu pemanasan global merupakan topik sentral dalam wacana kebijakan dan penelitian keberlanjutan kontemporer. Fenomena ini secara ilmiah dikaitkan

dengan akumulasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer akibat aktivitas antropogenik, yang memperkuat efek rumah kaca dan mengganggu keseimbangan radiatif Bumi. Lebih dari 75% komposisi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer terdiri atas karbon dioksida (CO₂), sehingga penurunan kontribusi CO₂ yang berasal dari berbagai aktivitas antropogenik secara signifikan berpotensi mengurangi intensitas pemanasan global dan, pada gilirannya, memitigasi dampak perubahan iklim yang semakin mengkhawatirkan. (Budi & Suparman, 2013).

Tingkat kematian dini (*premature mortality*) secara global secara signifikan dikaitkan dengan eksposur terhadap polusi udara, yang terus meningkat dari tahun ke tahun; tanpa intervensi kebijakan yang efektif, beban kesehatan akibat pencemaran atmosfer ini diproyeksikan akan mengalami eskalasi lebih lanjut. Salah satu strategi mitigasi yang paling menjanjikan untuk menurunkan konsentrasi karbon dioksida (CO₂) adalah transisi menuju sistem pembangkit listrik berbasis teknologi rendah emisi. Besaran emisi CO₂ yang dihasilkan oleh suatu pembangkit listrik bergantung secara langsung pada *emission factor*-nya, di mana semakin tinggi faktor emisi tersebut, semakin besar pula jejak karbon yang dihasilkan per unit energi. Dalam konteks ini, pembangkit listrik berbahan bakar fosil – khususnya batu bara dan minyak – menjadi kontributor utama emisi CO₂, mengingat proses konversi energi primer menjadi listrik melibatkan oksidasi senyawa hidrokarbon, yang secara inheren melepaskan jumlah signifikan karbon dioksida ke atmosfer (Solihat, 2019). Indonesia telah menerapkan kebijakan pajak karbon yang diatur dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dengan tujuan selain peningkatan penerimaan negara namun yang terpenting adalah mengubah perilaku pelaku usaha di sektor sumber listrik yaitu perusahaan PLTU Batu Bara untuk lebih peduli lingkungan dengan mengurangi emisi karbon yang dihasilkan lebih rendah dengan menggunakan teknologi rendah karbon guna mendukung keberlanjutan energi baru terbarukan (Pribadi, 2021).

Penelitian ini menawarkan analisis ekonomi-lingkungan yang inovatif dengan menggabungkan kebijakan iklim yang spesifik yaitu penerapan pajak

karbon pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Provinsi Banten, dengan kerangka permodelan input-output yang berbasis pada *Inter-Regional Input-Output* (IRIO). Menariknya penelitian ini yaitu pendekatannya yang multiskala dan multidimensi secara spasial yang tidak hanya mengevaluasi dampak local di Provinsi Banten sebagai provinsi dengan konsentrasi PLTU tertinggi di Indonesia, tetapi juga menelusuri transmisi dampak ke seluruh 34 provinsi melalui jaringan perdagangan antarwilayah. Secara sektoral juga memperhitungkan backward linkage dan forward linkage dari sektor listrik di Provinsi Banten terhadap 17 lapangan usaha, sehingga diketahui sektor-sektor yang paling rentan terhadap kenaikan biaya akibat pajak karbon. Selain itu, luaran analisis juga mencakup dampak agregat terhadap total output, pendapatan rumah tangga dan penyerapan tenaga kerja di setiap provinsi sehingga memungkinkan pemetaan distribusi dampak ekonomi (positif/negatif) dari kebijakan iklim yang bersifat terlokalisasi.

Keterbaharuan dari penelitian ini yaitu pertama, Sebagian besar analisis kebijakan pajak karbon di Indonesia sebelumnya bersifat agregat dan statis atau menggunakan pendekatan *Computable General Equilibrium* (CGE) yang kurang menangkap heterogenitas spasial dimana penelitian ini justru memanfaatkan tabel IRIO Indonesia untuk menangkap *spatial spillover effects* dari kebijakan sektoral terlokalisasi. Kedua, penelitian ini mengintegrasikan analisis struktural melalui *linkage analysis* dengan dampak distribusional (output, pendapatan dan tenaga kerja) sehingga tidak hanya menjawab betapa besar dampaknya, tetapi juga dimana dan siapa saja yang terdampak. Ketiga, dengan focus pada PLTU Provinsi Banten yang menyuplai sebagian besar listrik untuk kawasan industry JABODETABEK maka penelitian ini akan memberikan bukti empiris yang kontekstual mengenai *trade-off* antara transisi energi dan stabilitas ekonomi regional. Dengan demikian penelitian ini tidak hanya memperkaya literatur ekonomi lingkungan juga menyediakan alat analisis berbasis bukti empiris bagi pengambil kebijakan dalam merancang kebijakan pajak karbon yang efektif, adil dan berkelanjutan, termasuk potensi mekanisme kompensasi atau insentif transisi bagi provinsi dan sektor yang terdampak.

Perubahan iklim yang dipicu oleh emisi gas rumah kaca (GRK), khususnya karbon dioksida (CO₂), telah menjadi ancaman global yang memerlukan respons kebijakan yang terukur dan berkelanjutan. Sektor energi, terutama pembangkit listrik berbahan bakar fosil, merupakan salah satu kontributor terbesar emisi karbon di Indonesia. Di tingkat nasional, pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) batu bara menyumbang lebih dari 50% emisi sektor energi, menjadikannya sasaran utama dalam upaya dekarbonisasi. Sebagai bagian dari komitmen global dalam Perjanjian Paris dan target Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060, Indonesia mulai menerapkan instrumen ekonomi berbasis pasar, salah satunya adalah pajak karbon. Kebijakan ini mulai diimplementasikan secara bertahap sejak 2023, dengan tarif awal sebesar Rp30.000 per ton CO₂e. Pajak karbon dirancang untuk menginternalisasi biaya eksternalitas lingkungan, mendorong efisiensi energi, serta mempercepat transisi ke energi terbarukan.

Provinsi Banten memiliki peran strategis dalam peta energi nasional. Wilayah ini menjadi lokasi beberapa PLTU batu bara berskala besar, seperti PLTU Suralaya dan PLTU Labuan, yang tidak hanya memasok listrik untuk kawasan industri di Banten tetapi juga untuk kebutuhan Jawa-Bali. Akibatnya, Banten menjadi salah satu provinsi dengan intensitas emisi karbon tertinggi di Indonesia, sekaligus sangat rentan terhadap dampak kebijakan pajak karbon. Penerapan pajak karbon di PLTU Banten tidak hanya berdampak pada sektor energi, tetapi juga menciptakan efek berantai (*multiplier effect*) terhadap seluruh sektor ekonomi regional. Kenaikan biaya produksi listrik dapat menaikkan harga input bagi industri manufaktur, transportasi, dan jasa, yang pada gilirannya memengaruhi output, pendapatan sektoral (*income*), dan penyerapan tenaga kerja di seluruh rantai pasok.

Untuk memahami kompleksitas dampak tersebut secara holistik, diperlukan pendekatan analisis yang mampu menangkap interdependensi antar-sektor dalam perekonomian daerah. Metode Input-Output Regional (IRIO) menawarkan kerangka analitis yang kuat karena mampu mensimulasikan efek langsung, tidak langsung, dan induksi dari suatu guncangan kebijakan—seperti pajak karbon—pada struktur ekonomi regional. Model IRIO yang dikembangkan khusus untuk Banten memungkinkan peneliti mengintegrasikan data emisi karbon sektoral

dengan matriks transaksi antar-sektor. Dengan demikian, dampak pajak karbon tidak hanya diukur dari sisi lingkungan, tetapi juga dari perspektif ekonomi makro daerah, termasuk perubahan pada nilai tambah sektoral, distribusi pendapatan, dan ketenagakerjaan.

Meskipun terdapat beberapa studi nasional tentang dampak pajak karbon, masih sedikit penelitian yang fokus pada analisis tingkat provinsi—apalagi yang mengkhususkan pada wilayah industri seperti Banten. Padahal, karakteristik ekonomi daerah sangat heterogen; dampak yang signifikan di satu provinsi mungkin tidak relevan di provinsi lain. Oleh karena itu, analisis berbasis lokal menjadi krusial untuk perumusan kebijakan yang kontekstual dan efektif. Selain itu, transisi energi yang adil (*just energy transition*) menuntut pemahaman mendalam tentang kelompok yang paling terdampak—baik sektor usaha maupun tenaga kerja—agar kebijakan dapat disertai dengan instrumen mitigasi sosial-ekonomi yang memadai. Tanpa pemetaan dampak yang akurat, kebijakan iklim berisiko memperlebar ketimpangan atau menghambat pertumbuhan ekonomi daerah.

Penelitian ini juga relevan dengan upaya pemerintah daerah Banten dalam menyusun Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK) dan strategi pembangunan berkelanjutan. Hasil analisis IRIO dapat menjadi dasar ilmiah bagi pemerintah provinsi untuk merancang insentif transisi, program pelatihan ulang tenaga kerja, atau skema kompensasi bagi sektor yang rentan. Dengan demikian, penelitian ini hadir untuk menjawab kebutuhan akan analisis kebijakan yang terintegrasi antara dimensi lingkungan dan ekonomi di tingkat regional. Melalui pendekatan metode IRIO yang diperkaya dengan data emisi karbon, studi ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif tentang implikasi penerapan pajak karbon di PLTU Banten, sekaligus merekomendasikan strategi kebijakan yang seimbang antara keberlanjutan lingkungan dan ketahanan ekonomi daerah.

1.2 Rumusan Masalah

Penerapan pajak karbon di Indonesia sebagai bagian dari komitmen penurunan emisi gas rumah kaca berpotensi memberikan dampak signifikan

terhadap struktur ekonomi daerah, khususnya di provinsi dengan konsentrasi pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) batu bara yang tinggi seperti Banten. PLTU di Banten—termasuk PLTU Suralaya dan Labuan—merupakan salah satu sumber emisi karbon terbesar di tingkat nasional sekaligus tulang punggung pasokan listrik bagi kawasan industri strategis. Namun, penerapan pajak karbon pada sektor ini tidak hanya memengaruhi biaya produksi listrik, melainkan juga menciptakan efek berantai (multiplier effect) terhadap seluruh sektor ekonomi melalui keterkaitan input-output yang kompleks. Hingga saat ini, belum tersedia analisis komprehensif yang mengukur secara kuantitatif dampak ekonomi makro dari implementasi pajak karbon di Banten, khususnya terhadap output, pendapatan sektoral (income), dan penyerapan tenaga kerja di tingkat regional. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana dampak ekonomi dari implementasi pajak karbon terhadap sektor-sektor ekonomi di Banten, khususnya yang terkait dengan keberadaan PLTU, dan bagaimana metode Input-Output Regional (IRIO) dapat digunakan untuk menganalisis efek berantainya secara sistematis?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

- a. Menganalisis dampak ekonomi dari penerapan pajak karbon terhadap sektor-sektor ekonomi di Provinsi Banten, khususnya yang terkait langsung maupun tidak langsung dengan operasional PLTU batu bara.
- b. Mengukur efek berantai (multiplier effect) pajak karbon terhadap variabel makroekonomi daerah, meliputi perubahan output, pendapatan sektoral (income), dan penyerapan tenaga kerja di seluruh sektor perekonomian Banten.
- c. Mengembangkan dan menerapkan model Input-Output Regional (IRIO) yang terintegrasi dengan data emisi karbon sektoral untuk mensimulasikan dampak kebijakan iklim secara kuantitatif di tingkat provinsi.
- d. Mengidentifikasi sektor-sektor yang paling rentan terhadap guncangan pajak karbon berdasarkan intensitas emisi dan keterkaitan antar-sektor, guna memberikan pemahaman mendalam tentang kerentanan struktural perekonomian Banten.

- e. Memberikan rekomendasi kebijakan yang berbasis bukti (evidence-based) kepada pemerintah daerah dan pemangku kepentingan terkait strategi mitigasi dampak sosial-ekonomi serta percepatan transisi energi yang adil dan inklusif di Banten.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan berbagai manfaat, baik secara akademis maupun praktis, sebagai berikut:

Bagi Pemerintah Daerah (Pemprov Banten dan Pemkab/Kota)

Hasil penelitian menyediakan dasar ilmiah untuk merancang kebijakan daerah yang responsif terhadap transisi energi, termasuk penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK), insentif transisi hijau, dan program perlindungan tenaga kerja yang terdampak.

Bagi Pemerintah Pusat dan Regulator

Penelitian ini memberikan gambaran empiris tentang dampak lokal dari kebijakan nasional pajak karbon, sehingga dapat menjadi bahan evaluasi dan penyesuaian tarif, cakupan sektor, serta skema mitigasi sosial-ekonomi dalam implementasi tahap lanjutan.

Bagi PLN dan Pelaku Usaha di Sektor Energi dan Industri

Temuan penelitian membantu perusahaan memahami risiko ekonomi akibat pajak karbon dan mendorong perencanaan strategis untuk efisiensi energi, diversifikasi sumber listrik, atau investasi dalam teknologi rendah karbon.

Bagi Masyarakat dan Tenaga Kerja

Penelitian ini mengidentifikasi kelompok pekerja yang paling rentan terhadap kebijakan iklim, sehingga dapat mendorong lahirnya program pelatihan ulang (reskilling), alih profesi, atau jaminan sosial dalam kerangka just energy transition (transisi energi yang adil).

Bagi Dunia Akademis dan Peneliti

Penelitian ini memperkaya literatur tentang analisis kebijakan iklim di tingkat subnasional dengan pendekatan ekonometrika terapan. Pengembangan model IRIO yang terintegrasi dengan data emisi karbon juga dapat diadopsi atau direplikasi di provinsi lain dengan karakteristik ekonomi serupa.

Bagi Pembangunan Berkelanjutan di Banten

Hasil penelitian mendukung upaya mewujudkan pembangunan ekonomi yang seimbang antara pertumbuhan, keadilan sosial, dan keberlanjutan lingkungan—selaras dengan prinsip Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG 7 (Energi Bersih), SDG 8 (Pekerjaan Layak), dan SDG 13 (Aksi Iklim).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Penelitian ini berpijak pada sejumlah teori dan studi empiris yang saling melengkapi dari berbagai disiplin ilmu, terutama ekonomi lingkungan, ekonomi regional, dan kebijakan energi. Tinjauan pustaka berikut menguraikan landasan konseptual dan empiris yang mendasari pendekatan analisis dalam penelitian ini.

2.1.1 Eksternalitas dan Pigouvian Tax

Teori eksternalitas, yang dikemukakan oleh Arthur Pigou (1920), menjadi fondasi utama pembenaran kebijakan pajak karbon. Emisi karbon dari PLTU batu bara merupakan contoh klasik eksternalitas negatif: biaya sosial (dampak iklim, kesehatan, lingkungan) tidak tercermin dalam harga pasar energi fosil. Pajak karbon berfungsi sebagai Pigouvian tax yang menginternalisasi biaya eksternal tersebut, sehingga mendorong produsen dan konsumen untuk mengurangi penggunaan sumber daya beremisi tinggi. Teori ini menjelaskan mengapa intervensi kebijakan diperlukan untuk mencapai alokasi sumber daya yang efisien secara sosial (Baumol & Oates, 1988).

2.1.2 Ekonomi Lingkungan dan Instrumen Kebijakan Iklim

Dalam ekonomi lingkungan, terdapat dua instrumen utama pengendalian emisi: price-based (seperti pajak karbon) dan quantity-based (seperti perdagangan emisi/cap-and-trade). Stavins (2001) menunjukkan bahwa pajak karbon lebih unggul dalam situasi ketidakpastian biaya mitigasi, karena memberikan kepastian harga karbon dan mendorong inovasi jangka panjang. Di Indonesia, pemilihan pajak karbon sebagai instrumen awal didasarkan pada kemudahan administrasi dan integrasi dengan sistem perpajakan yang sudah ada (World Bank, 2022).

2.1.3 Analisis Input-Output (IO) dan Model Ekonomi Regional

Metode Input-Output, yang dikembangkan oleh Wassily Leontief (1936), memungkinkan analisis keterkaitan antar-sektor dalam suatu perekonomian. Dalam konteks regional, model Input-Output Regional (IRIO) memperhitungkan aliran barang dan jasa antar-sektor di tingkat daerah, termasuk efek langsung, tidak langsung, dan induksi dari suatu guncangan ekonomi. Miller & Blair (2009)

menekankan bahwa model IO sangat efektif untuk mengevaluasi dampak kebijakan fiskal, lingkungan, atau teknologi terhadap output, pendapatan, dan tenaga kerja.

4. Integrasi Emisi Karbon dalam Model IO

Perkembangan lebih lanjut dari model IO adalah integrasi data emisi karbon ke dalam matriks transaksi sektoral, menghasilkan apa yang disebut Environmentally Extended Input-Output Analysis (EE-IOA). Studi oleh Lenzen (2001) dan Wiedmann (2009) menunjukkan bahwa EE-IOA mampu melacak jejak karbon konsumsi dan produksi secara sistemik. Pendekatan ini relevan untuk menghitung beban pajak karbon per sektor dan memetakan dampak berantainya terhadap ekonomi daerah.

5. Studi Empiris tentang Dampak Pajak Karbon

Berbagai studi empiris telah mengevaluasi dampak pajak karbon di berbagai negara. Misalnya, Metcalf (2009) menemukan bahwa pajak karbon di Swedia berhasil menurunkan emisi tanpa mengorbankan pertumbuhan ekonomi, berkat kebijakan pendapatan netral. Di tingkat nasional, Kementerian Keuangan RI (2022) dan CSIS (2023) memperkirakan bahwa pajak karbon di Indonesia akan menurunkan PDB nasional kurang dari 0,1%, namun dampak regional—khususnya di daerah industri—diperkirakan lebih signifikan. Sayangnya, studi tersebut belum menyentuh analisis tingkat provinsi seperti Banten.

6. Kajian tentang PLTU dan Transisi Energi di Indonesia

Penelitian oleh IRENA (2021) dan IESR (2023) menyoroti peran sentral PLTU batu bara dalam sistem kelistrikan Indonesia dan tantangan dekarbonisasinya. Banten, sebagai lokasi PLTU besar, menjadi titik krusial dalam transisi energi. Namun, kajian-kajian tersebut lebih fokus pada aspek teknis atau kebijakan energi, tanpa menganalisis dampak ekonomi makro terhadap struktur perekonomian daerah menggunakan pendekatan kuantitatif seperti IRIO.

7. Kesenjangan Penelitian

Berdasarkan tinjauan di atas, terdapat kesenjangan penting: belum ada penelitian yang secara spesifik menggabungkan pajak karbon, PLTU di Banten, dan model IRIO terintegrasi emisi untuk menganalisis dampak ekonomi regional secara holistik. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan

model IRIO Banten yang diperkaya data emisi, sehingga mampu memberikan gambaran empiris dan terukur tentang trade-off antara keberlanjutan lingkungan dan ketahanan ekonomi daerah.

2.2 Penelitian Terdahulu

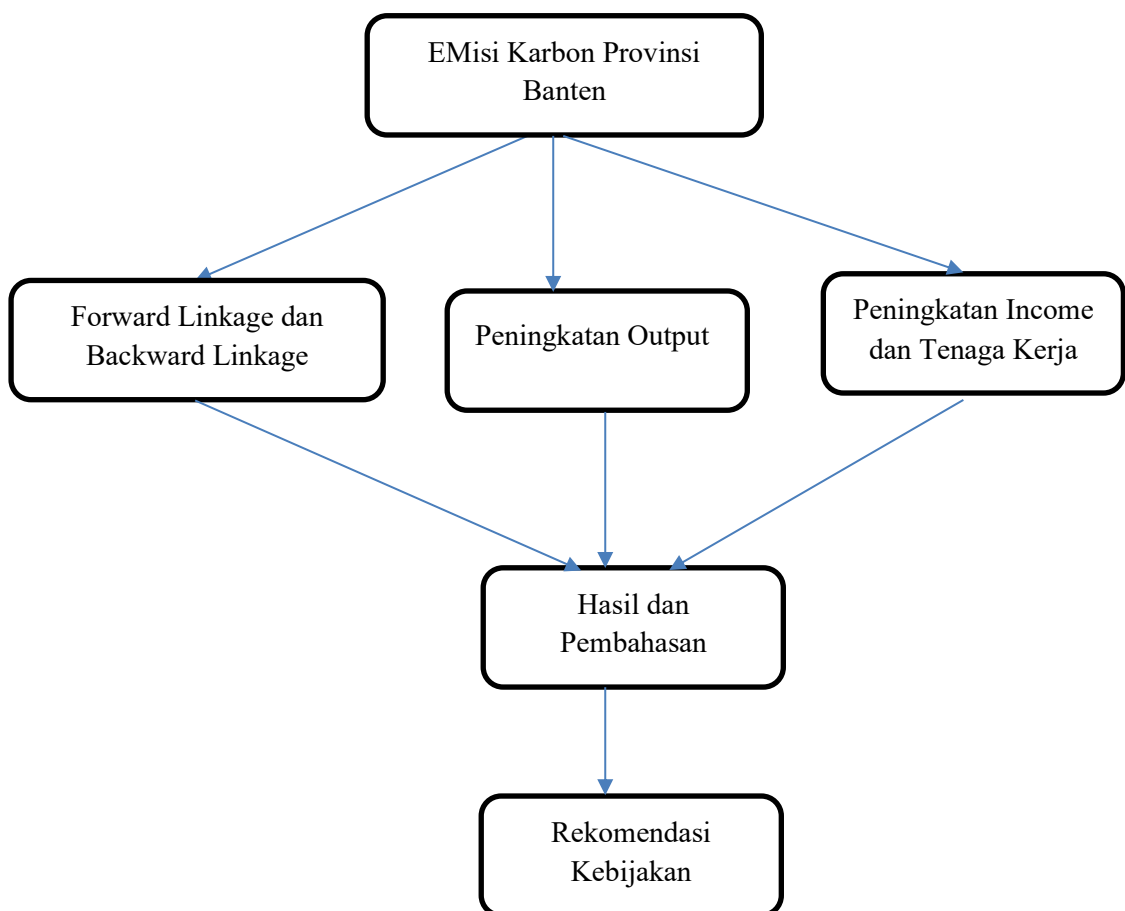
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

| No. | Nama dan Tahun Penelitian | Metode Penelitian | Variabel atau Instrumen | Hasil Penelitian |
|-----|---|---|---|---|
| 1. | Kementerian Keuangan RI (2022). *Kajian Dampak Ekonomi Pajak Karbon di Indonesia* | Computable General Equilibrium (CGE) | Tarif pajak karbon (Rp30.000/ton CO ₂ e), emisi sektoral, PDB, inflasi, ekspor-impor | Pajak karbon berdampak minimal terhadap PDB nasional (<0,1%), namun sektor listrik dan industri mengalami kenaikan biaya produksi signifikan; tidak ada analisis tingkat provinsi. |
| 2. | CSIS (2023). *Simulasi Penerapan Pajak Karbon di Sektor Kelistrikan Indonesia* | Partial Equilibrium & Survey | Biaya bahan bakar, emisi PLTU, tarif listrik, profitabilitas PLN | PLTU batu bara mengalami penurunan margin laba hingga 8%; transisi ke energi terbarukan menjadi lebih kompetitif; tidak menggunakan pendekatan input-output regional. |
| 3. | Widyawati & Suryadi (2021). *Analisis Dampak Pajak Karbon terhadap Sektor Industri di Jawa Barat* | Input-Output Nasional (I-O BPS) | Output industri, emisi CO ₂ , pajak karbon | Penurunan output industri mencapai 2,3% akibat kenaikan biaya energi; namun model tidak spesifik ke PLTU atau provinsi Banten. |
| 4. | IESR (2022). *Just Energy Transition di Kawasan Industri Banten* | Studi Kasus & Wawancara | Kebijakan energi, rencana PLN, proyeksi emisi, ketenagakerjaan | PLTU Suralaya berpotensi berhenti beroperasi sebelum 2040; transisi memerlukan mitigasi sosial-ekonomi; tidak ada simulasi kuantitatif dampak pajak karbon. |
| 5. | Putra et al. (2020). *Environmental Extended Input-Output Analysis Emisi Karbon di Indonesia* | EE-IOA (Environmentally Extended Input-Output Analysis) | Jejak karbon sektoral, matriks I-O nasional, emisi langsung-tidak langsung | Sektor kelistrikan merupakan penyumbang emisi tertinggi (32%); perdagangan antar daerah memperluas dampak emisi; namun tidak memodelkan dampak pajak karbon atau fokus regional Banten. |

Sumber: Hasil penelitian sebelumnya diolah (2025)

2.3 Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka ini merupakan gambaran yang akan dilakukan dalam pengambilan data penelitian. Mulai dari pengambilan data pada tempat penelitian. Data yang telah didapat kemudian di analisis dengan alat yang telah ditentukan. Setelah itu, dicocokkan dengan permasalahan yang ada. Terakhir dijabarkan sesuai dengan permasalahan yang ada untuk menjawabnya. Berikut tampilan konseptualnya pada gambar 2.1:



Gambar 2.1 Kerangka Konseptual Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik yaitu PDRB dengan klasifikasi 17 Lapangan usaha dan

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Banten

3.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Metode pengumpulan data merupakan cara atau teknik yang digunakan peneliti dalam memperoleh data. Peneliti biasanya melakukan serangkaian kegiatan untuk mengumpulkannya, seperti Badan Pusat Statistik Jawa Timur

3.4 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Jenis data dapat diasumsikan kedalam jenis data]primer ataupun sekunder. Data primer yaitu data yang peneliti terima langsung dari responden atau informan. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak kedua. Pihak kedua yang menerima data asli secara langsung, sedangkan teknik pengumpulan data menjelaskan cara secara sistematis yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data.

3.5 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif dimana data yang digunakan yaitu data sekunder yang berasal dari Badan Pusat Statistik. Data yang digunakan Tabel IRIO. Penelitian ini menggunakan metode analisis yaitu:

3.7 Matriks Koefisien Teknis - IRIO

Matriks koefisien teknis input langsung (*regional input coefficient*) untuk daerah A dan B masing-masing diperoleh dengan rumus:

$$a_{ij}^{AA} = \frac{z_{ij}^{AA}}{Y_j^A} \text{ dan } a_{ij}^{BB} = \frac{z_{ij}^{BB}}{Y_j^B}, \text{ untuk } i, j = 1, \dots, 17$$

Keterangan:

a_{ij}^{AA} : Koefisien input sektor i dari daerah A digunakan untuk sektor j di daerah A.

a_{ij}^{BB} : Koefisien input sektor i dari daerah B digunakan untuk sektor j di daerah B.

Z_{ij}^{AA} : Penggunaan input sektor i dari daerah A oleh sektor j di daerah A.

Z_{ij}^{BB} : Penggunaan input sektor i dari daerah B oleh sektor j di daerah B.

Y_j^A : Total penggunaan input sektor j atau output sektor j di daerah A.

Y_j^B : Total penggunaan input sektor j atau output sektor j di daerah B.

Kemudian untuk mencari a_{ij}^{AB} dan a_{ij}^{BA} yang mencerminkan koefisien input langsung antardaerah diperoleh dengan rumus:

$$a_{ij}^{AB} = \frac{z_{ij}^{AB}}{Y_j^B} \text{ dan } a_{ij}^{BA} = \frac{z_{ij}^{BA}}{Y_j^A}$$

Koefisien a_{ij}^{AB} dan a_{ij}^{BA} sering disebut sebaga trade coefficient atau koefisien perdagangan antardaerah. Koefisien a_{ij}^{AB} mengandung arti nilai output dari sektor i yang berlokasi di daerah A yang digunakan sebagai input untuk menghasilkan satu satuan output sektor j di daerah B.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1 Hasil Penelitian

Indonesia merupakan negara yang baru saja menerapkan kebijakan pajak karbon yang bertujuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang bertujuan utama untuk menjaga kesehatan masyarakat serta untuk meningkatkan penerimaan negara, namun yang lebih terpenting yaitu mengubah perilaku pelaku usaha di sektor listrik batu bara untuk lebih mengurangi emisi yang dihasilkan menjadi lebih rendah dan mampu mengadopsi perubahan teknologi rendah karbon seperti energi baru terbarukan. Sebelum membahas dampak kebijakan pajak karbon terhadap perekonomian Indonesia, penulis akan menyajikan hasil analisis pengolahan data menggunakan Microsoft Excel untuk menunjukkan perhitungan penerimaan pajak karbon di masing-masing PLTU di Provinsi Banten. Analisis ini memperhitungkan harga pajak karbon Indonesia sebesar Rp 30.000 juta/ton CO₂e dan platform emisinya ditetapkan oleh Kementerian Sumber Daya Mineral dan Energi Republik Indonesia.

Semakin besar emisi karbon yang dihasilkan maka semakin besar pula penerimaan pajak karbon yang akan di peroleh, kami telah menyajikan data perhitungan penerimaan pajak karbon di Provinsi Banten dengan semua perusahaan yang bergerak di usaha PLTU Batu Bara pada tabel 1 yang menunjukkan Banten Suralaya power station menghasilkan emisi karbon terbesar sekitar 8.279.069 juta/ton maka pajak karbon yang harus di bayarkan sebesar Rp 248.372.056.985 (miliar). Secara keseluruhan hasil pajak karbon yang diterima dari seluruh perusahaan PLTU Batu Bara di Provinsi Banten pada tahun 2025 sebesar Rp 652.365.792.890 (miliar). Tambahan pengenaan pajak karbon akan berdampak pada kenaikan harga jual listrik serta akan peningkatan beban subsidi negara. Beban subsidi listrik dapat diminimalisir dengan re-investasi dari pendapatan pajak karbon ke teknologi energi terbarukan yang berpotensi memiliki multiplier effect yang tinggi guna mengurangi emisi karbon (CO₂e) (Kamil et al., 2023).

Tabel 4.1 Pendapatan dari Pajak Karbon

| Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) | Emisi Karbon Juta/Ton | Pendapatan (Rp) |
|---|------------------------------|------------------------|
| Asahimas Chemical power station | 756.673 | 22.700.193.989 |
| Banten Labuan power station | 1.530.405 | 45.912.164.577 |
| Banten Lontar power station | 3.007.154 | 90.214.607.090 |
| Banten Serang power station | 2.711.273 | 81.338.184.924 |
| Banten Suralaya power station | 8.279.069 | 248.372.056.985 |
| Cemindo Gemilang power station | 302.669 | 9.080.077.596 |
| Cilegon PTIP Power Station | 204.054 | 6.121.621.944 |
| Indah Kiat Serang power station | 617.950 | 18.538.491.758 |
| Jawa-7 power station | 4.004.692 | 120.140.758.369 |
| Merak power station | 331.588 | 9.947.635.658 |
| TOTAL | 21.745.526 | 652.365.792.890 |

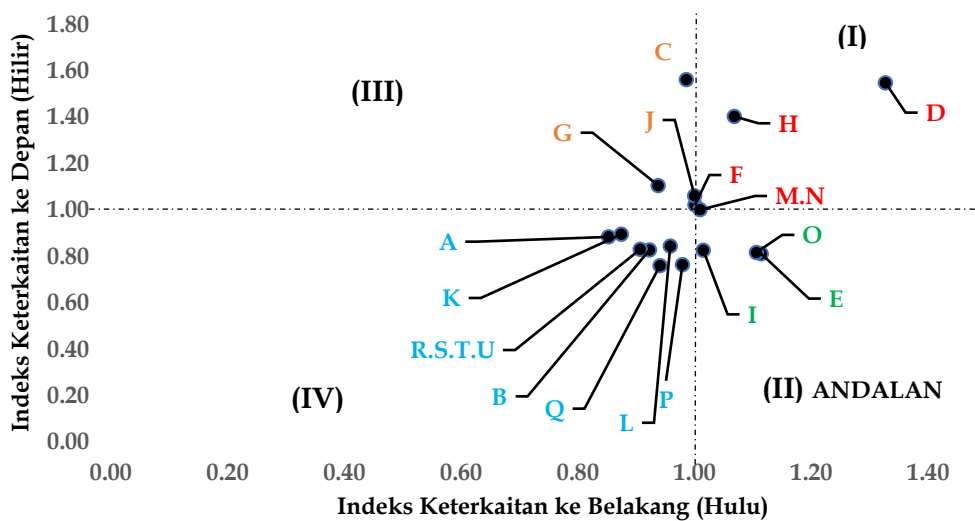
Sumber: Hasil olah data penulis tentang emisi PLTU

4.1.1 Keterkaitan ke Depan dan Belakang

Keterkaitan ke belakang dan ke depan menunjukkan dampak langsung dari peningkatan output permintaan akhir untuk satu unit sektor dalam meningkatkan total output semua sektor ekonomi. Parameter ini menunjukkan kekuatan sektor dalam mendorong pertumbuhan sektor lain melalui output yang dihasilkan di hilir maupun di hulu. Pemahaman peran dan posisi sektor ekonomi dalam mendorong pertumbuhan output terhadap keterkaitan ke belakang dan ke depan akan terbagi menjadi 4 kuadran (Taufiqurrachman, 2022) yang akan dijelaskan pada gambar 1 dibawah ini:

Sektor Unggulan, dimana sektor ini tidak hanya mampu mendorong pertumbuhan sektor lain melalui outputnya, tetapi juga sangat responsif terhadap perubahan input untuk sektor lainnya. Sektor di kuadran ini berperan sebagai penggerak utama perekonomian daerah, karena memiliki efek ganda yang kuat baik ke industri hulu dan hilir. Sehingga layak menjadi prioritas dalam perumusan kebijakan pembangunan ekonomi daerah, karena investasi dan pajak di sektor ini akan memberikan dampak luas ke seluruh perekonomian (Saban et al., 2024; Saban & Falatehan, 2023). Terdapat 4 sektor yang terkategori unggulan yaitu (D) Pengadaan Listrik dan Gas, (F) Konstruksi, (H) Transportasi dan Pergudangan dan (M.N) Jasa Perusahaan.

Sektor Andalan, dimana sektor ini unggul dalam mendorong pertumbuhan sektor lainnya melalui output yang dihasilkan namun tidak terlalu sensitif terhadap perubahan input dari sektor lainnya. Sektor di kuadran ini berperan sebagai pendorong utama pengembangan industri hilir, namun tidak terlalu bergantung pada input dari sektor lain. Sehingga layak untuk dikembangkan sebagai basis ekspor atau penguatan rantai nilai hilir, karena memiliki potensi besar untuk memperluas pasar dan meningkatkan nilai tambah (Saban et al., 2024; Saban & Falatehan, 2023). Terdapat 4 sektor yang terkategori andalan yaitu (E) Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang, (I) Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum dan (O) Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib.



Sumber: Hasil olah data penulis menggunakan Tabel IRIO Indonesia dari 17 sektor BPS

Gambar 4.1 Kuadran Keterkaitan Ke Belakang dan Ke Depan Provinsi Banten,

Sektor Potensial, dimana sektor ini sangat sensitif terhadap perubahan input dari sektor lainnya, tetapi tidak terlalu mendorong pertumbuhan sektor lain melalui outputnya. Sektor di kuadran ini berperan sebagai penggerak utama pengembangan industri hulu, karena sangat bergantung pada ketersediaan input dari sektor lainnya. Sehingga sangat penting untuk memperkuat dari sisi penyediaan input dan efisiensi rantai pasok, agar dapat meningkatkan daya saing dan ketahanan sektor tersebut (Saban et al., 2024; Saban & Falatehan, 2023).

Terdapat 4 sektor yang terkategori potensial yaitu (C) Industri Pengolahan, (G) Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor dan (J) Informasi dan Komunikasi.

Sektor Tertinggal, dimana sektor ini tidak unggul baik dalam mendorong pertumbuhan sektor lain maupun hal sensitivitas terhadap input dari sektor lain. Sektor ini umumnya berorientasi pada pasar domestik dan memiliki keterkaitan yang lemah dengan sektor lainnya. Dalam konteks kebijakan, sektor di kuadran ini biasanya bukan prioritas utama untuk pengembangan, namun tetap perlu diperhatikan agar tidak tertinggal dalam proses pembangunan. Penguatan sektor ini dapat dilakukan melalui peningkatan efisiensi internal dan diversifikasi produk agar dapat meningkatkan kontribusinya terhadap perekonomian daerah (Saban et al., 2024; Saban & Falatehan, 2023). Terdapat 4 sektor yang terkategori potensial yaitu (A) Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan, (B) Pertambangan dan Penggalian, (K) Jasa Keuangan dan Asuransi, (L) Real Estate, (P) Jasa Pendidikan, (Q) Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial dan (R.S.T.U) Jasa Lainnya.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Dampak Pajak Karbon PLTU di Provinsi Banten

Berdasarkan hasil pembagian sektor menjadi 4 kuadran berdasarkan keterkaitan industri hulu dan hilir, pemerintah daerah dapat merumuskan kebijakan yang lebih terarah dan efektif. Sektor kategori unggulan dan andalan dapat menjadi fokus pengembangan, sementara sektor di kategori potensial dan tertinggal memerlukan strategi khusus untuk meningkatkan peran dan kontribusinya dalam perekonomian daerah. Pendekatan ini juga mendorong pentingnya kerja sama antarwilayah dan penguatan rantai nilai agar setiap sektor dapat saling mendukung dan memperkuat struktur ekonomi secara keseluruhan (Saban et al., 2024; Saban & Falatehan, 2023).

Tabel 2 Dampak Pajak Karbon PLTU di Provinsi Banten (Juta)

| Lapangan Usaha | Output | Pendapatan | Tenaga Kerja |
|--|-----------|------------|--------------|
| A. Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan | 173 | 66 | 4 |
| B. Pertambangan dan Penggalian | 3.043 | 879 | 20 |
| C. Industri Pengolahan | 4.299 | 366 | 12 |
| D. Pengadaan Listrik dan Gas | 1.091.715 | 62.662 | 245 |

| Lapangan Usaha | Output | Pendapatan | Tenaga Kerja |
|---|--------|------------|--------------|
| E. Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang | 42 | 6 | 1 |
| F. Konstruksi | 1.144 | 272 | 4 |
| G. Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor | 18.165 | 5.168 | 227 |
| H. Transportasi dan Pergudangan | 11.728 | 1.129 | 24 |
| I. Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum | 704 | 116 | 8 |
| J. Informasi dan Komunikasi | 3.847 | 53 | 5 |
| K. Jasa Keuangan dan Asuransi | 7.541 | 1.490 | 37 |
| L. Real Estate | 697 | 26 | 1 |
| M.N. Jasa Perusahaan | 14.110 | 1.786 | 115 |
| O. Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib | 663 | 251 | 5 |
| P. Jasa Pendidikan | 195 | 78 | 3 |
| Q. Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial | 100 | 22 | 1 |
| R.S.T.U. Jasa Lainnya | 466 | 174 | 12 |

Sumber: Hasil olah data penulis menggunakan Tabel IRIO Indonesia dari 17 sektor BPS.

Pajak karbon dikenakan berdasarkan jumlah emisi CO_{2e} yang dihasilkan oleh aktivitas ekonomi dimana semakin tinggi emisi yang dihasilkan maka semakin besar beban pajaknya. Dampak pajak karbon terhadap peningkatan total output, income dan labor di Provinsi Banten pada tabel 2 diantaranya sektor electricity and gas dengan penyumbang emisi karbon terbesar misalnya PLTU Suralaya. Meskipun terdapat peningkatan output namun terdapat ancaman adanya peralihan pengguna listrik terutama pelaku usaha (industri) akibat kenaikan harga jual listrik yang akan berpotensi penurunan output. Penurunan permintaan dari industry akan berdampak pada margin laba perusahaan karena biaya pajak tidak selalu bisa di transfer ke konsumen dikarenakan mendapatkan subsidi dari pemerintah. Perusahaan harus menunda ekspansi bahkan mengurangi kapasitas. Efisien operasional yang dilakukan perusahaan akan berdampak pada pengurangan tenaga kerja

Sektor industri pengolahan dengan penyumbang emisi karbon dari industry semen, baja, kimia dan manufaktur berat lainnya yang masih menggunakan listrik dari PLTU Batu Bara sehingga akan akan menaikkan biaya produksi dari industry-industri tersebut yang akan berdampak pada penurunan output. Kondisi ini

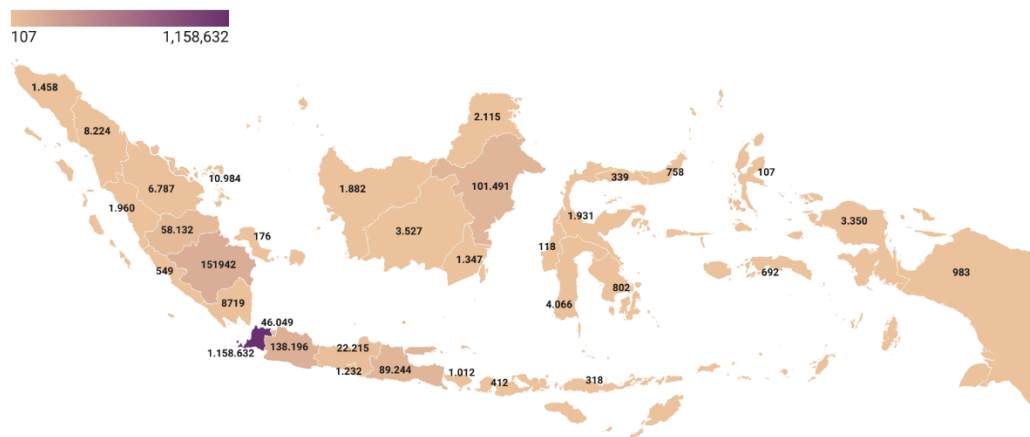
berdampak langsung pada margin laba perusahaan yang memiliki skala kecil akan tutup (bangkrut) atau pindah sehingga pekerja akan kehilangan pekerjaan. Sektor mining and quarrying dengan kegiatan ekstraksi penambangan batu bara, pasir dan logam menggunakan mesin berbahan bakar namun emisi per unit output relative lebih rendah dibandingkan sektor electricity and gas, dimana pajak karbon akan lebih berdampak pada downstream (pengolahan dan pembakaran batu bara) dari pada penambangan itu sendiri. Penambangan batu bara akan mengalami tekanan dikarenakan permintaan turun akibat pajak karbon di sektor electricity and gas. Penurunan dari hilir menyebabkan aktivitas penambangan bisa berkurang jika pasar lesu, maka perusahaan akan beralih ke teknologi lebih efisien dengan mengurangi jumlah tenaga kerja. Sektor transportation and storage dengan ketergantungan yang sangat tinggi terhadap bahan bakar minyak (BBM), ketika pajak karbon di terapkan bisa berdampak pada 2 hal yaitu kenaikan harga BBM serta kenaikan pajak kendaraan akibat tambahan dari emisi kendaraan.

Output sektor transportasi dan pergudangan akan mengalami penurunan dikarenakan biaya logistik akan naik sehingga permintaan jasa akan mengalami penurunan dan berkurangnya margin laba perusahaan sehingga harus mengurangi armada atau menaikkan tarif (biaya). Namun dampak tidak langsungnya pada sektor wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles akan mengalami penurunan permintaan konsumen meskipun aktivitas perdagangan tidak menghasilkan emisi secara langsung namun kenaikan harga juga di pengaruhi oleh kenaikan biaya logistik dan biaya produksi sehingga penjualan menjadi lesu dan margin laba menurun. Pada bagian reparasi mobil juga bisa berdampak jika permintaan kendaraan mengalami penurunan juga berdampak pada tenaga kerja.

Mayoritas semua sektor akan mengalami penurunan dari sisi upah dan penyerapan tenaga kerja dalam jangka pendek (sementara) akibat penerapan kebijakan pajak karbon (Wei & Yip, 2025), namun terdapat potensi besar dalam pemulihan dan pertumbuhan jangka panjang dengan percepatan kebijakan transisi energi terbarukan (PLTS dan PLTB) yang bersih dan ramah lingkungan jika tidak menginginkan penurunan lebih dalam dengan re-investasi dari hasil

pajak karbon sehingga output, income dan labor bisa stabil bahkan meningkat. Memberikan subsidi bagi industry yang berinvestasi dalam efisiensi energi dan energi terbarukan. Pelatihan dan pendampingan guna melindungi tenaga kerja dengan program re-skilling dan up-skilling guna peningkatan soft skill untuk penyesuaian pada industri energi hijau serta memperkuat ekosistem infrastruktur hijau.

4.2.2 Total Aggregate Output (IDR - Million)



Sumber: Hasil olah data penulis menggunakan Tabel IRIO Indonesia dari 17 sektor BPS.

Gambar 4.2 Sebaran Tambahan Output dari Pajak Karbon PLTU

Berdasarkan pada gambar 2 tersebut menyajikan dampak tambahan *aggregate output* (dalam satuan juta rupiah) yang dihasilkan sebagai akibat dari penerapan kebijakan pajak karbon terhadap Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Provinsi Banten, dengan memanfaatkan kerangka analisis *Inter-Regional Input-Output* (IRIO) untuk menangkap efek riak (*ripple effects*) ekonomi lintas wilayah. Dampak ini bukan hanya terbatas pada sektor listrik di Banten, tetapi juga merambat melalui rantai pasokan dan permintaan antarprovinsi, sehingga menciptakan perubahan dalam total output regional akibat penyesuaian harga energi dan struktur biaya produksi. Nilai-nilai output yang disajikan menggambarkan besaran kontribusi neto yang dialami oleh masing-masing provinsi sebagai respons terhadap *shock* ekonomi yang bersumber dari sektor energi di Banten, yang merupakan salah satu pusat pembangkit listrik terbesar di Indonesia dan penyuplai utama ke wilayah Jabodetabek.

Dari seluruh 34 provinsi, Provinsi Banten sendiri mencatat dampak agregat output tertinggi, yaitu Rp 1.158.632 juta, yang secara intuitif dapat diinterpretasikan sebagai dampak langsung dan tidak langsung terbesar akibat perubahan biaya produksi di sektor kelistrikan lokalnya. Namun, jika dilihat dari perspektif *spatial spillover*, Provinsi Sumatera Selatan menempati posisi kedua tertinggi dengan nilai output sebesar Rp 151.942 juta, menunjukkan bahwa sektor-sektor di daerah ini memiliki keterkaitan struktural yang sangat kuat dengan rantai pasokan energi dari Banten. Keterkaitan ini kemungkinan besar berasal dari sektor industri berat, pertambangan, atau manufaktur yang sangat intensif energi, yang bergantung pada pasokan listrik stabil dan murah dari sistem kelistrikan nasional yang dipengaruhi oleh PLTU di Banten.

Selanjutnya, Kalimantan Timur sebesar Rp 101.491 juta dan Jawa Barat sebesar Rp 138.196 juta juga menunjukkan dampak signifikan, yang mencerminkan peran penting mereka sebagai pusat industri dan logistik nasional yang sensitif terhadap fluktuasi harga energi. Secara umum, dominasi dampak di Pulau Jawa terutama Jawa Barat, Jawa Tengah, dan DKI Jakarta menegaskan bahwa wilayah-wilayah ini memiliki *backward linkage* yang tinggi terhadap sektor energi, sehingga setiap perubahan biaya input energi akan menghasilkan efek multiplikatif yang luas. Temuan ini memberikan implikasi kebijakan yang mendalam: kebijakan iklim sektoral seperti pajak karbon di Banten tidak hanya menjadi urusan lokal, tetapi harus dirancang dengan mempertimbangkan *inter-regional interdependence*, terutama bagi provinsi-provinsi dengan struktur industri intensif energi yang rentan terhadap kenaikan biaya operasional akibat kebijakan transisi energi.

Berdasarkan pada gambar 3 tersebut menggambarkan dampak tambahan *aggregate pendapatan rumah tangga* (dalam satuan juta rupiah) yang dihasilkan sebagai konsekuensi dari penerapan kebijakan pajak karbon terhadap Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Provinsi Banten, dengan memanfaatkan kerangka analisis *Inter-Regional Input-Output* (IRIO) untuk menangkap transmisi efek ekonomi lintas wilayah. Dampak ini mencerminkan perubahan dalam pendapatan riil rumah tangga akibat penyesuaian harga input energi, perubahan

permintaan sektoral, dan respons pasar tenaga kerja yang dipicu oleh kenaikan biaya produksi di sektor kelistrikan. Nilai-nilai yang disajikan bukan hanya representasi dari dampak langsung, tetapi juga mencakup efek sekunder dan tersier yang merambat melalui jaringan perdagangan antarprovinsi, sehingga memberikan gambaran holistik mengenai bagaimana kebijakan iklim sektoral dapat memengaruhi distribusi pendapatan secara spasial.

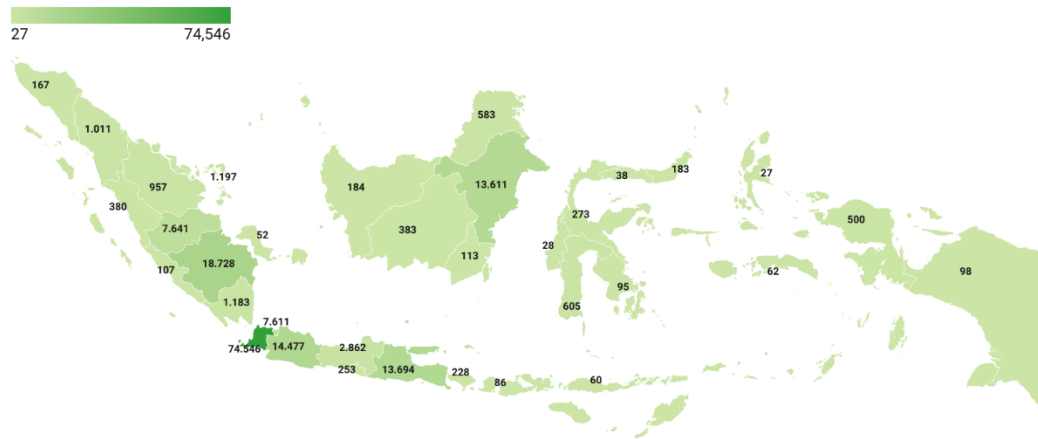
4.2.3 Total Aggregate Pendapatan (IDR - Million)

Dari seluruh 34 provinsi, Provinsi Banten mencatat dampak agregat pendapatan tertinggi, yaitu Rp 74.546 juta, yang secara logis merupakan dampak langsung dan tidak langsung terbesar akibat perubahan struktur biaya produksi di sektor energi lokalnya. Namun, jika dilihat dari perspektif *spatial spillover*, Provinsi Sumatera Selatan menempati posisi kedua tertinggi dengan nilai pendapatan sebesar Rp 18.728 juta, mengindikasikan bahwa sektor-sektor di daerah ini kemungkinan besar pertambangan batu bara, industri manufaktur, atau agroindustri intensif energi memiliki ketergantungan tinggi terhadap pasokan listrik yang stabil dan murah dari sistem nasional, yang dipengaruhi oleh PLTU di Banten.

Selanjutnya, Kalimantan Timur sebesar Rp 13.611 juta dan Jawa Barat Rp 14.477 juta juga menunjukkan dampak signifikan, yang mencerminkan peran penting mereka sebagai pusat aktivitas ekonomi yang sangat sensitif terhadap fluktuasi biaya energi. Secara umum, dominasi dampak di Pulau Jawa terutama Jawa Barat, DKI Jakarta, dan Jawa Tengah menegaskan bahwa wilayah-wilayah ini memiliki *backward linkage* yang kuat terhadap sektor energi, sehingga setiap perubahan dalam biaya input akan menghasilkan efek multiplikatif pada pendapatan rumah tangga melalui mekanisme upah, harga barang, dan permintaan konsumsi.

Temuan ini memberikan implikasi kebijakan yang mendalam: kebijakan iklim seperti pajak karbon di Banten harus dirancang dengan mempertimbangkan dimensi distribusional dan sosial-ekonomi, karena dampaknya tidak hanya terbatas pada sektor energi, tetapi juga berpotensi memperlebar ketimpangan

pendapatan antarwilayah apabila tidak diiringi oleh mekanisme kompensasi atau redistribusi fiskal yang adil.



Sumber: Hasil olah data penulis menggunakan Tabel IRIO Indonesia dari 17 sektor BPS.

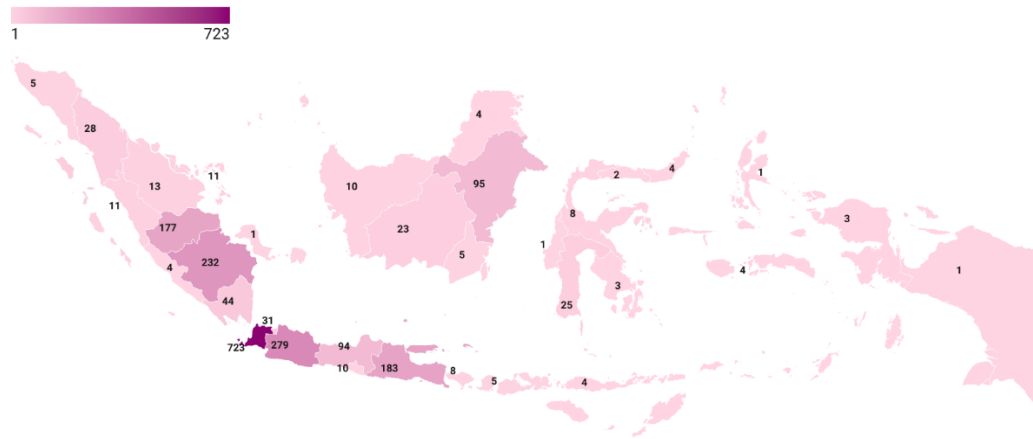
Gambar 4.3 Peta Sebaran Tambahan Agregat Pendapatan Rumah Tangga dari Pajak Karbon PLTU Provinsi Banten Tahun 2025

4.2.4 Total Aggregate Tenaga Kerja (Orang)

Sejak krisis iklim global meningkat terutama pada polusi udara, negara-negara menguatkan ambisi kebijakan lingkungan salah satunya penurunan emisi karbon, dikarenakan emisi karbon bukan eksternasitas lokal melainkan global (Stern, 2008), beberapa penelitian menunjukkan dampak terhadap pasar tenaga kerja yang menurun (Curtis, 2018; Wei & Yip, 2025). Berdasarkan pada gambar 4 tersebut menyajikan dampak tambahan *aggregate tenaga kerja* (dalam satuan orang) yang dihasilkan akibat penerapan kebijakan pajak karbon terhadap Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Provinsi Banten, dengan memanfaatkan kerangka analisis *Inter-Regional Input-Output* (IRIO) untuk menangkap efek riak ekonomi lintas wilayah.

Dampak ini mencerminkan perubahan dalam penyerapan tenaga kerja baik secara langsung maupun tidak langsung yang diinduksi oleh penyesuaian biaya produksi di sektor energi, yang kemudian merambat melalui rantai pasokan dan permintaan antarprovinsi. Nilai-nilai yang disajikan bukan hanya representasi dari dampak sektoral lokal, tetapi juga menggambarkan bagaimana perubahan dalam struktur biaya input energi dapat memengaruhi dinamika pasar tenaga kerja di tingkat nasional, termasuk pergeseran dalam intensitas tenaga

kerja, produktivitas sektoral, dan alokasi sumber daya manusia di berbagai wilayah.



Sumber: Hasil olah data penulis menggunakan Tabel IRIO Indonesia dari 17 sektor BPS.

Gambar 4.4 Peta Sebaran Tambahan Agregat Tenaga Kerja dari Pajak Karbon PLTU Provinsi Banten Tahun 2025

Dari seluruh 34 provinsi, Provinsi Banten mencatat dampak agregat penyerapan tenaga kerja tertinggi, yaitu 723 orang, yang secara intuitif merupakan konsekuensi langsung dari penyesuaian operasional dan struktural di sektor kelistrikan lokalnya sebagai respons terhadap kenaikan biaya akibat pajak karbon. Namun, jika dilihat dari perspektif *spatial spillover*, Provinsi Sumatera Selatan menempati posisi kedua tertinggi dengan nilai penyerapan tenaga kerja sebesar 232 orang, mengindikasikan bahwa sektor-sektor di daerah ini kemungkinan besar industri berbasis sumber daya alam, manufaktur, atau logistik memiliki ketergantungan signifikan terhadap stabilitas pasokan energi dari sistem nasional, sehingga setiap perubahan harga energi memicu penyesuaian dalam skala operasi dan kebutuhan tenaga kerja.

Selanjutnya, Jawa Barat 279 orang dan Kalimantan Timur 95 orang juga menunjukkan dampak signifikan, yang mencerminkan peran penting mereka sebagai pusat aktivitas ekonomi yang sangat sensitif terhadap fluktuasi biaya energi, terutama di sektor manufaktur dan pertambangan. Secara umum, dominasi dampak di Pulau Jawa terutama Jawa Barat, Jawa Tengah, dan DKI Jakarta menegaskan bahwa wilayah-wilayah ini memiliki *backward linkage* yang kuat terhadap sektor energi, sehingga setiap perubahan dalam biaya input akan

menghasilkan efek multiplikatif pada permintaan tenaga kerja melalui mekanisme ekspansi atau kontraksi produksi.

Temuan ini memberikan implikasi kebijakan yang mendalam: kebijakan iklim seperti pajak karbon di Banten harus dirancang dengan mempertimbangkan dimensi ketenagakerjaan, karena dampaknya tidak hanya terbatas pada sektor energi, tetapi juga berpotensi memengaruhi lapangan kerja di sektor-sektor terkait, terutama di wilayah dengan struktur industri intensif energi dan padat tenaga kerja. Oleh karena itu, integrasi kebijakan transisi energi dengan strategi pelatihan ulang (*reskilling*) dan perlindungan sosial menjadi imperatif untuk memastikan transisi yang adil dan inklusif.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis komprehensif yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa implementasi pajak karbon pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Provinsi Banten yang merupakan salah satu pusat konsentrasi pembangkit listrik berbasis batu bara terbesar di Indonesia memiliki dampak ekonomi yang luas dan multidimensi, baik secara langsung di tingkat lokal maupun secara tidak langsung melalui efek riak (*spillover effects*) antarwilayah. Dengan menggunakan kerangka analisis *Inter-Regional Input-Output* (IRIO) berbasis data 17 sektor ekonomi di 34 provinsi, penelitian ini mengungkap bahwa sektor yang paling terdampak di Banten bukanlah sektor energi itu sendiri, melainkan sektor (G) Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor, yang menunjukkan keterkaitan struktural yang kuat baik ke hulu maupun ke hilir dengan sektor listrik. Temuan ini mengindikasikan bahwa transmisi dampak kebijakan iklim tidak selalu linier atau terbatas pada sumber emisi, melainkan merambat melalui jaringan interdependensi sektoral yang kompleks. Lebih lanjut, analisis spasial menunjukkan bahwa dampak agregat terhadap *output*, pendapatan rumah tangga, dan penyerapan tenaga kerja tidak hanya terkonsentrasi di Banten, tetapi juga menyebar secara signifikan ke provinsi-provinsi lain, khususnya Sumatera Selatan, yang menduduki posisi kedua tertinggi dalam ketiga indikator tersebut. Hal ini mencerminkan tingginya ketergantungan sektor-sektor di Sumatera Selatan kemungkinan besar industri ekstraktif dan manufaktur intensif energi terhadap stabilitas pasokan dan harga listrik dari sistem nasional yang dipengaruhi oleh PLTU di Banten. Dominasi provinsi-provinsi di Pulau Jawa, seperti Jawa Barat, DKI Jakarta, dan Jawa Timur, dalam penangkapan efek multiplikatif lebih lanjut menegaskan peran mereka sebagai pusat aktivitas ekonomi yang sangat sensitif terhadap fluktuasi biaya energi, sekaligus menyoroti sifat *inter-regional interdependence* dalam struktur perekonomian Indonesia. Dari perspektif struktural, hasil analisis keterkaitan menempatkan sektor Pengadaan Listrik dan Gas dalam kuadran “Unggulan”,

yang berarti sektor ini memiliki daya ungkit tinggi dalam mendorong pertumbuhan sektor hulu dan hilir, sehingga menjadi *strategic node* dalam perumusan kebijakan transisi energi.

5.2 Saran

Implikasi kebijakan dari temuan ini bersifat ganda. Di satu sisi, kebijakan pajak karbon memang efektif dalam menciptakan insentif harga untuk menginternalisasi eksternalitas lingkungan dan mendorong efisiensi energi. Namun, di sisi lain, kebijakan tersebut berpotensi menimbulkan beban ekonomi yang tidak merata, terutama bagi sektor dan wilayah yang padat energi dan padat tenaga kerja, yang berisiko mengalami kontraksi output, penurunan pendapatan, serta pemutusan hubungan kerja dalam jangka pendek. Oleh karena itu, desain kebijakan transisi energi di Indonesia harus bersifat inklusif dan multidimensi, tidak hanya mengandalkan instrumen harga, tetapi juga diintegrasikan dengan mekanisme redistribusi pendapatan seperti reinvestasi pendapatan pajak karbon ke infrastruktur energi terbarukan serta program perlindungan sosial berbasis ketenagakerjaan, termasuk pelatihan ulang (*reskilling*) dan peningkatan keterampilan (*upskilling*) untuk memfasilitasi pergeseran tenaga kerja ke sektor hijau. Dengan pendekatan holistik ini, kebijakan pajak karbon dapat tidak hanya mencapai tujuan lingkungan, tetapi juga mendukung transformasi ekonomi yang adil, berkelanjutan, dan resilien terhadap disrupsi struktural akibat dekarbonisasi.

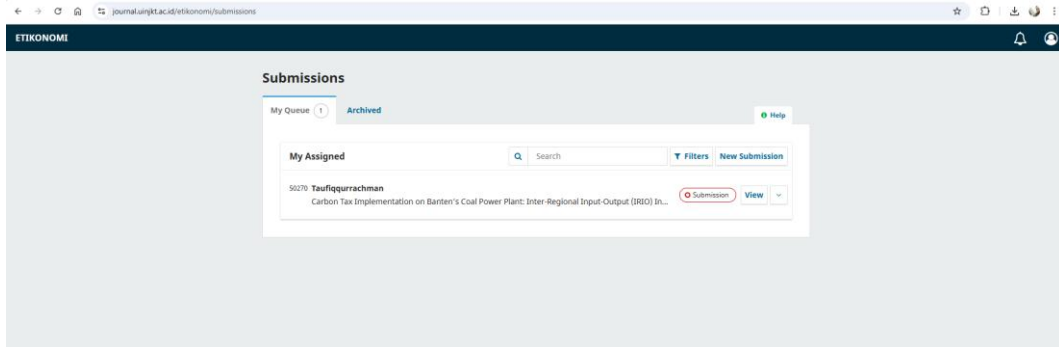
DAFTAR PUSTAKA

- Aubert, D., & Chiroleu-Assouline, M. (2019). Environmental Tax Reform and Income Distribution with Imperfect Heterogeneous Labour Markets. *European Economic Review*, *116*, 60–82. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2019.03.006>
- Budi, R. F. S., & Suparman, S. (2013). Perhitungan faktor emisi CO2 PLTU batubara dan PLTN. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, *15*(1).
- Chiroleu-Assouline, M., & Fodha, M. (2014). From Regressive Pollution Taxes to Progressive Environmental Tax Reforms. *European Economic Review*, *69*, 126–142. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2013.12.006>
- Curtis, E. M. (2018). Who Loses Under Cap-and-Trade Programs? The Labor Market Effects of The NOx Budget Trading Program. *Review of Economics and Statistics*, *100*(1), 151–166. https://doi.org/10.1162/REST_a_00680
- Fadhlurrahman, I. (2025). *Polusi Udara Banten Terparah, Bagaimana Daerah Lain?* Databoks. <https://databoks.katadata.co.id/layanan-konsumen-kesehatan/statistik/e9b87cbbc59e0be/polusi-udara-kamis-pagi-1311-banten-terparah-bagaimana-daerah-lain>
- Kamil, A. S., Setyaningrum, L., Lesmana, A. C., Putri, M. S., Negara, S., Susiati, H., & Anggoro, Y. D. (2023). Regional Impact Analysis of Carbon Tax Implementation on Indonesia's Coal Power Plant with Interregional Input-Output Method. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *13*(3), 149–157. <https://doi.org/10.32479/ijeep.14115>.
- Lauri Myllyvirta, et al. (2020). *Pencemaran Udara Lintas Batas di Provinsi Jakarta, Banten dan Jawa Barat*. Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA). https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2020/08/Jakarta-Transboundary-Pollution_Final-Bahasa.pdf
- Manan, A. (2025). *Pemicu Polusi Udara Banten*. TEMPO. <https://www.tempo.co/lingkungan/polusi-udara-banten-tinggi-2061481>
- Permana, Y. (2025). *Banten Catat Kualitas Udara Terburuk se-Indonesia: Warga Terancam, Pemerintah Perlu Gerak Cepat*. Radar Banten. <https://www.radarbanten.co.id/2025/08/26/banten-catat-kualitas-udara-terburuk-se-indonesia-warga-terancam-pemerintah-perlu-gerak-cepat/>
- Pribadi, A. (2021). *Menteri ESDM Paparkan Usulan Skema Penerapan Pajak Karbon Sektor Energi*. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia, Biro Komunikasi, Layanan Informasi Publik Dan Kerjasama. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/menteri-esdm-paparkan-usulan-skema-penerapan-pajak-karbon-sektor-energi->
- Puspaningtyas, R. R. N., Lisnawati, T., Sulistia, I., & Patrianti, T. (2024). Peran Public Relations pada Isu PLTU Suralaya. *HUMANUS: Jurnal Sosiohumaniora Nusantara*, *1*(2), 198–208. <https://doi.org/10.62180/33yk4160>
- Saban, A. B., & Falatehan, A. F. (2023). Spatial Linkages of The Agricultural Sector in

- North Maluku in Indonesia: An Interregional Input-Output (IRIO) Approach. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 20(3), 393. <https://doi.org/10.17358/jma.20.3.393>
- Saban, A. B., Sahara, & Falatehan, A. F. (2024). Economic Transformation: How Does the Agricultural Sector Performance in Indonesia's Regional Economic Structure? *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 21(2), 175–190. <https://doi.org/10.29259/jep.v21i2.22744>
- Solihat, S. (2019). Coal Fired Power Plant Development and Calculation of Its Potential Impact on West Kalimantan Rice Production using SIMFACTS. *Proceedings of the National Seminar on Nuclear Energy Infrastructure, INIS-ID--97*, 89–99.
- Stern, N. (2008). The Economics of Climate Change. *American Economic Review*, 98(2), 1–37.
- Taufiqurrachman, F. (2022). Multiplier Effect in East Java (Input-Output Analysis Approach). *JEJAK: Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan*, 15(2), 255–272. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jejak.v15i2.35821>
- Wei, F., & Yip, C. M. (2025). The Ins and Outs of Employment: Labor Market Adjustments to Carbon Taxes. *European Economic Review*, 179, 105128. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2025.105128>
- Yuningsih, R. (2023). Dampak Polusi Udara Terhadap ISPA dan Penanganannya. *Info Singkat*, XV (17), XV, 21–25.

LAMPIRAN BUKTI SUBMID

<https://journal.uinjkt.ac.id/etikonomi/submissions>



<https://sinta.kemdiktisaintek.go.id/journals/profile/970>

