

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang memicu perdebatan internasional dalam beberapa dekade terakhir, khususnya terkait dampaknya terhadap lingkungan. Pada tahun 2015, 196 negara menyepakati perjanjian Paris sebagai komitmen kolektif untuk membatasi kenaikan rata-rata suhu global di bawah 2°C dan mengupayakan pembatasan hingga 1,5°C di atas pra-industri (UNFCCC, 2021). Namun, berdasarkan data *Copernicus Climate Change Service* menunjukkan bahwa rata-rata suhu permukaan global telah melewati ambang batas 1,5°C beberapa kali pada periode tertentu, yaitu pada tahun 2016 Januari hingga Maret, 2020 Januari hingga Februari, 2023 Juli hingga 2024 Juni, dan 2024 Agustus hingga 2025 April (Copernicus Climate Change Service, 2025). Ini menunjukkan bahwa upaya dunia belum cukup untuk menahan kenaikan suhu global.

Menanggapi kondisi itu, *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) menyatakan bahwa upaya menahan kenaikan suhu global bergantung pada komitmen kolektif semua negara untuk mengurangi emisi karbon (UNFCCC, 2023). Penekanan ini relevan mengingat dominasi emisi karbon dalam emisi gas rumah kaca (GRK) yang memengaruhi kenaikan suhu global. Ini diperkuat dengan fakta bahwa emisi karbon memiliki proporsi emisi GRK hingga 72 persen, serta memiliki rata-rata pertumbuhan tahunan yang lebih tinggi dibandingkan komponen GRK lainnya dalam beberapa dekade terakhir (Crippa *et*



l.

nya, perubahan iklim yang dipicu oleh peningkatan emisi karbon, akan dampak luas terhadap berbagai sektor vital yang menopang

kehidupan manusia dan keseimbangan lingkungan. Berdasarkan laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), setidaknya terdapat tujuh sektor utama yang sangat rentan terhadap peningkatan suhu global, yaitu air tawar, ekosistem darat, ekosistem laut, wilayah pesisir, ketahanan pangan, kesehatan manusia, dan pariwisata (IPCC, 2018).

Pertama, sektor air tawar mengalami tekanan akibat menurunnya ketersediaan sumber daya air di wilayah-wilayah yang sudah rentan, seperti Eropa Selatan, Australia, dan sebagian besar Afrika. Risiko kelangkaan air bahkan diproyeksikan meningkat dua kali lipat apabila suhu global naik dari 1,5°C menjadi 2°C (IPCC, 2018). Kedua, ekosistem darat mengalami kerusakan akibat pergeseran zona iklim yang menyebabkan hilangnya habitat alami. Sekitar 16 persen tumbuhan dan 18 persen serangga diperkirakan akan kehilangan lebih dari setengah habitatnya pada skenario kenaikan suhu 2°C, yang berpotensi mengganggu layanan ekosistem seperti penyerbukan dan penyerapan karbon (IPCC, 2018).

Ketiga, ekosistem laut turut terdampak secara drastis, ditandai dengan proyeksi hilangnya 70 hingga 90 persen terumbu karang jika suhu naik 1,5°C, dan mencapai 99 persen jika kenaikan mencapai 2°C (IPCC, 2018). Kondisi ini dapat mengganggu keanekaragaman hayati laut serta sumber mata pencaharian masyarakat pesisir yang bergantung pada perikanan. Keempat, wilayah pesisir menghadapi risiko yang semakin besar akibat kenaikan muka air laut, peningkatan abrasi, dan frekuensi badai tropis yang lebih intens (IPCC, 2018). Hal ini meningkatkan ancaman terhadap infrastruktur dan pemukiman masyarakat.



na, ketahanan pangan juga terganggu melalui penurunan hasil pertanian peningkatan suhu, kekeringan yang lebih parah, dan ketidakpastian musim

tanam, terutama di wilayah tropis dan subtropis (IPCC, 2018). Keenam, kesehatan manusia terancam oleh meningkatnya kejadian gelombang panas, penyebaran penyakit tropis, dan krisis pangan yang menyebabkan malnutrisi, dengan populasi di negara berkembang menjadi yang paling rentan (IPCC, 2018). Terakhir, sektor pariwisata mengalami tekanan signifikan, terutama wisata berbasis alam seperti pantai, salju, dan terumbu karang (IPCC, 2018). Kenaikan suhu menyebabkan penurunan kualitas lingkungan destinasi, peningkatan risiko bencana alam, dan gangguan terhadap infrastruktur pariwisata, yang pada akhirnya berdampak terhadap pendapatan ekonomi lokal maupun nasional. Keseluruhan dampak ini menunjukkan bahwa perbedaan kenaikan suhu global antara 1,5°C dan 2°C memiliki konsekuensi yang tidak linier, melainkan eksponensial terhadap risiko di seluruh sektor tersebut.

Dampak emisi karbon ini menjadi kekhawatiran global akan keberlanjutan makhluk hidup dan kelestarian lingkungan. Jika langkah proaktif sebagai respons atas kondisi ini tidak dilakukan, maka dampak buruk dari perubahan iklim akan dirasakan secara perlahan. Merespon kondisi ini, berbagai negara telah menyepakati untuk membatasi emisi karbon melalui komitmen dalam perjanjian Paris. Salah satu komitmen yang disepakati adalah mengupayakan realisasi puncak emisi karbon pada tahun 2020 hingga 2025 (IPCC, 2023). Namun, realisasi dari komitmen tersebut dapat direalisasikan. Ini didasarkan atas data aktual emisi karbon oleh *Emissions Database for Global Atmospheric Research* (EDGAR) hingga tahun 2023, menunjukkan bahwa puncak emisi karbon global belum dapat diwujudkan, justru mencatatkan nilai emisi karbon global tertinggi pernah terjadi (Crippa *et al.*, 2024). Ini diperkuat dengan laporan investigasi

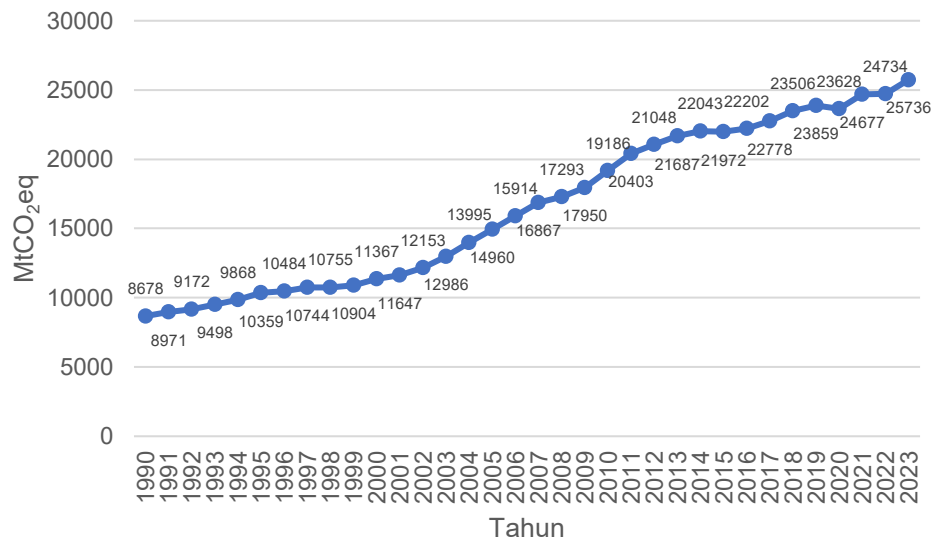


UNFCCC menyatakan bahwa dunia tidak berada pada jalur yang sejalan dengan target jangka panjang perjanjian Paris (UNFCCC, 2023).

Kegagalan dalam mencapai puncak emisi karbon global tidak terlepas dari struktur pertumbuhan ekonomi yang bergantung pada energi fosil. Berdasarkan teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC), peningkatan pendapatan per kapita idealnya dapat menurunkan emisi karbon, seiring dengan transisi energi bersih dan efisiensi energi (Grossman dan Krueger, 1995). Namun, temuan empiris justru menunjukkan bahwa di sebagian besar negara Asia memiliki basis ekonomi yang bergantung pada sektor intensif karbon, sehingga setiap kenaikan 1 persen dalam pendapatan per kapita akan meningkatkan emisi karbon antara 1,49 hingga 31,74 persen (Liu *et al.*, 2023; Sultana *et al.*, 2023; Wencong, Kasimov dan Saydaliev, 2023). Persentase kenaikan emisi karbon yang lebih tinggi dari pertumbuhan ekonomi yang dihasilkan menggambarkan adanya masalah dan bahwa transisi menuju ekonomi rendah karbon belum berjalan efektif di kawasan tersebut.

Emisi karbon di Asia telah mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Gambar 1.1 menunjukkan bahwa emisi karbon di Asia mengalami tren naik dan belum pernah mencapai puncaknya. Sejak tahun 1990 hingga 2023, emisi karbon telah mengalami peningkatan hingga 197 persen, dengan rata-rata pertumbuhan tahunan sebesar 3,37 persen (Crippa *et al.*, 2024). Secara komparatif, laju pertumbuhan dan rata-rata pertumbuhan tahunan emisi karbon di Asia lebih tinggi dibandingkan emisi karbon di tingkat global (Crippa *et al.*, 2024). Kondisi ini menggambarkan bahwa Asia sebagai kawasan penting dalam mewujudkan puncak emisi karbon global.





Gambar 1.1 Perkembangan Emisi Karbon di Asia Tahun 1990-2023

Sumber: *Emissions Database for Global Atmospheric Research* (2023)

Pembatasan emisi karbon menjadi prioritas global yang mendesak akibat dampak perubahan iklim yang ditimbulkan. Salah satu pendekatan kebijakan yang paling fundamental untuk mengatasi eksternalitas negatif adalah melalui internalisasi biaya sosial, yang dijelaskan dalam teori *Pigovian Tax*. Teori ini menegaskan bahwa ketika suatu aktivitas ekonomi menimbulkan dampak negatif, seperti emisi karbon yang merusak lingkungan dan kesehatan masyarakat, maka negara perlu campur tangan dengan mengenakan pajak sebesar nilai kerugian sosial marginal yang ditimbulkan (Pigou, 1920). Dalam konteks emisi karbon, pajak ini dimaksudkan untuk mengoreksi kegagalan pasar dengan memastikan bahwa harga barang atau jasa mencerminkan biaya sebenarnya, termasuk biaya lingkungan yang selama ini tidak terlihat dalam mekanisme pasar.



Pengenaan pajak karbon akan membuat aktivitas pencemar menjadi lebih mahal secara finansial. Hal ini menciptakan sinyal harga yang kuat, sehingga produsen dan konsumen memiliki insentif untuk mengurangi konsumsi energi

berbasis karbon, beralih ke teknologi rendah emisi, atau mengembangkan energi terbarukan (Pigou, 1920). Dalam jangka panjang, mekanisme ini tidak hanya mengarah pada penurunan jumlah unit produksi yang mencemari, tetapi juga mendorong inovasi teknologi bersih dan peningkatan efisiensi energi (Pigou, 1920). Dengan demikian, pajak karbon tidak hanya berfungsi sebagai alat penekan emisi, tetapi juga sebagai stimulus transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Selain itu, upaya proaktif emisi karbon juga dapat dilakukan dengan membatasi jumlah emisi karbon yang dikeluarkan secara langsung, dengan harga yang ditentukan melalui mekanisme pasar, dikenal dengan kebijakan sistem perdagangan emisi (*Emission Trading System/ETS*). Kebijakan ini diadaptasi dari teori Coase yang menyatakan bahwa hak kepemilikan ditentukan secara jelas di awal, sehingga alokasi sumber daya akan mencapai efisiensi (Coase, 1960). Teori ini kemudian disempurnakan oleh Dales melalui pendekatan *cap-and-trade*, memungkinkan adanya intervensi batas maksimum total emisi yang diperbolehkan oleh regulator, dan kebebasan kepada pelaku ekonomi untuk membeli atau menjual izin emisi sesuai kebutuhan masing-masing (Dales, 1968).

Dalam sistem ini, perusahaan dengan biaya pengurangan emisi yang rendah akan memilih untuk mengurangi emisinya dan menjual kelebihanannya kepada perusahaan lain yang menghadapi biaya pengurangan yang lebih tinggi (Dales, 1968). Fleksibilitas perdagangan inilah yang menciptakan efisiensi biaya secara agregat dalam mencapai target lingkungan yang sama. Semakin ketat batas emisi yang ditetapkan dan semakin aktif pasar perdagangannya, maka akan semakin besar insentif bagi perusahaan untuk berinvestasi dalam teknologi bersih agar

menjual hak emisinya. Mekanisme pasar yang tercipta dalam sistem perdagangan emisi juga memberikan kepastian lingkungan (melalui *cap*) dan



fleksibilitas ekonomi (melalui *trade*), menjadikannya instrumen yang efektif dalam mengurangi emisi karbon (Dales, 1968).

Pajak karbon dan sistem perdagangan emisi merupakan instrumen yang populer digunakan di berbagai negara sebagai langkah proaktif membatasi perkembangan emisi karbon, termasuk di kawasan Asia. Hingga tahun 2023, terdapat enam negara yang telah menerapkan kebijakan ini, diantaranya Jepang, Korea Selatan, China, Singapura, Kazakhstan, dan Indonesia (World Bank Group, 2024). Jepang (sejak tahun 2012) dan Singapura (sejak tahun 2019) telah menerapkan kebijakan pajak karbon di tingkat nasional. Sedangkan, China (sejak tahun 2021), Kazakhstan (sejak tahun 2013), Korea Selatan (sejak tahun 2015), dan Indonesia (sejak tahun 2023) juga telah menerapkan kebijakan sistem perdagangan emisi di tingkat nasional (World Bank Group, 2024). Namun, belum adanya studi pada kebijakan pajak karbon dan sistem perdagangan emisi untuk menekan perkembangan emisi karbon di negara-negara tersebut menimbulkan ketidakpastian terhadap kebijakan ini.

Dalam konteks yang lebih luas, dinamika emisi karbon tidak hanya dipengaruhi oleh kebijakan lingkungan, tetapi juga erat kaitannya dengan proses pembangunan ekonomi, khususnya melalui hubungan antara Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita dan emisi karbon, sebagaimana dijelaskan dalam teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Teori EKC memodelkan hubungan berbentuk kurva U-terbalik, yang menggambarkan bahwa pada tahap awal pembangunan, pertumbuhan ekonomi cenderung meningkatkan emisi karbon akibat industrialisasi yang intensif energi, ekspansi sektor manufaktur, dan

ketergantungan terhadap bahan bakar fosil (Grossman dan Krueger, 1991). Namun seiring waktu, pertumbuhan pendapatan menciptakan permintaan



masyarakat terhadap kualitas lingkungan yang lebih baik. Pemerintah mulai merespons tekanan sosial tersebut dengan memperketat regulasi lingkungan, efisiensi energi, serta mengalokasikan sumber daya untuk penelitian dan adopsi teknologi bersih (Grossman dan Krueger, 1995).

Dalam fase pembangunan lanjutan, struktur ekonomi perlahan bergeser dari sektor padat energi ke sektor jasa dan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Pada titik balik (*turning point*), peningkatan PDB per kapita mulai disertai dengan penurunan emisi karbon, menciptakan hubungan negatif yang ideal antara kesejahteraan ekonomi dan kualitas lingkungan. Artinya, pembangunan ekonomi tidak lagi bersifat eksploitatif terhadap lingkungan, tetapi justru berkontribusi terhadap perbaikan kualitasnya.

Selain PDB per kapita, intensitas energi juga merupakan variabel penting yang melengkapi kerangka EKC dalam menjelaskan dinamika emisi karbon suatu negara. Intensitas energi mencerminkan efisiensi energi dalam proses produksi ekonomi. Semakin tinggi intensitas energi, semakin besar energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit *output* ekonomi, dan hal ini umumnya berdampak pada tingginya emisi karbon, terutama jika bauran energi masih berbasis fosil (Grossman dan Krueger, 1995). Pada tahap awal pembangunan, intensitas energi cenderung tinggi karena negara-negara belum memiliki teknologi efisien dan cenderung bergantung pada bahan bakar konvensional (Grossman dan Krueger, 1995). Hal ini menyebabkan tingginya tekanan terhadap lingkungan dan memperbesar kontribusi terhadap perubahan iklim.

Namun, seiring dengan kemajuan ekonomi dan teknologi, negara mulai melakukan modernisasi industri, diversifikasi sumber energi, serta mengadopsi teknologi efisiensi energi (Grossman dan Krueger, 1995). Penurunan intensitas



energi menunjukkan adanya perbaikan efisiensi struktural dalam perekonomian, di mana lebih banyak *output* dapat dihasilkan dengan konsumsi energi yang lebih rendah (Grossman dan Krueger, 1995). Dalam kerangka EKC, penurunan intensitas energi sangat penting karena menandai transisi menuju pembangunan rendah karbon, terutama ketika didorong oleh inovasi teknologi dan insentif ekonomi untuk efisiensi. Oleh karena itu, intensitas energi dapat menjadi indikator penting dalam mengevaluasi keberhasilan strategi pengurangan emisi melalui jalur pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Kebijakan berbasis pasar seperti pajak karbon (*carbon tax*) dan sistem perdagangan emisi (*emissions trading scheme/ETS*) telah menjadi instrumen utama dalam upaya pengendalian emisi karbon secara global. Sejumlah studi empiris menunjukkan hasil yang positif atas implementasi kebijakan tersebut, meskipun sebagian lainnya menghasilkan temuan yang kontradiktif, baik dalam evaluasi parsial maupun komparatif.

Liu et al. (2021) mengkaji efektivitas pajak karbon di China dengan pendekatan analisis skenario dan menemukan bahwa kebijakan ini secara signifikan mengurangi emisi karbon lintas sektor ekonomi. Temuan serupa dikonfirmasi oleh Song (2023) yang menggunakan model *Computable General Equilibrium* (CGE) dan menunjukkan bahwa pajak karbon dapat menekan emisi secara efektif. Di luar China, Mehta dan Derbeneva (2024) menyimpulkan bahwa pajak karbon efektif mengurangi emisi karbon dalam jangka panjang di negara-negara maju seperti Jerman, Inggris, Prancis, dan Italia, berdasarkan pendekatan *cross-sectional non-linear autoregressive distributed lag* (CS-NARDL).



un demikian, efektivitas pajak karbon tidak selalu konsisten. Pretis (2022) metode *difference-in-differences* (DID) di British Columbia, menemukan

bahwa secara agregat pajak karbon tidak memberikan dampak signifikan terhadap pengurangan emisi, meskipun sektor transportasi mengalami penurunan emisi yang nyata. Xia et al. (2024) menggunakan pendekatan teori permainan (*game theory*) untuk mengevaluasi respons perusahaan terhadap pajak karbon di China dan menemukan bahwa pengaruhnya bergantung pada besar kecilnya beban pajak; hanya ketika tarif pajak lebih rendah dari ambang batas tertentu, perusahaan terdorong untuk berinvestasi dalam pengurangan emisi.

Sementara itu, efektivitas sistem perdagangan emisi (*ETS*) juga menunjukkan variasi hasil. Shen, Tang, dan Zeng (2020), menggunakan pendekatan *propensity score matching – difference-in-differences* (PSM-DID), menemukan bahwa *ETS* secara signifikan menurunkan emisi karbon di perusahaan-perusahaan terdaftar di China. Hasil serupa dihasilkan oleh Wu (2022) serta Wu, Nie, dan Wang (2023), yang menemukan pengurangan emisi di China dan kota-kota berbasis sumber daya dengan rata-rata sebesar 13,2 persen. Wang dan Duan (2025) juga mencatat bahwa *ETS* mengurangi emisi di sektor pembangkit listrik sebesar 13 persen antara 2013 hingga 2020 di China.

Liu, Xu, dan Lv (2024) menambahkan bahwa *ETS* efektif dalam menurunkan emisi karbon di kawasan aglomerasi, dengan dampak yang lebih besar di kota pinggiran daripada kota inti. Fenomena ini mencerminkan bahwa karakteristik spasial dan kelembagaan suatu wilayah turut memengaruhi efektivitas kebijakan lingkungan. Sebaliknya, Tomášková (2021) menyatakan bahwa *ETS* di Republik Ceko tidak menunjukkan dampak signifikan terhadap emisi karbon pada periode 2005–2019, meskipun kebijakan tersebut telah diadopsi sejak lama melalui skema



Studi perbandingan antara pajak karbon dan *ETS* juga menunjukkan perbedaan hasil. Candelon dan Hasse (2023) menyatakan bahwa hanya pajak karbon yang memiliki hubungan signifikan terhadap pengurangan emisi karbon dalam jangka panjang, sedangkan EU *ETS* tidak. Sebaliknya, meta-analisis oleh Ahmad, Li, dan Wu (2024) terhadap 81 studi menunjukkan bahwa keduanya efektif, meskipun pajak karbon cenderung memberikan dampak yang lebih kuat. Pan et al. (2024) bahkan menyimpulkan bahwa kombinasi antara pajak karbon dan *ETS* lebih optimal dibandingkan penerapan salah satunya secara terpisah. Namun, Wang et al. (2023) melalui pendekatan *game theory* justru menemukan bahwa *ETS* memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan pajak karbon dalam menurunkan emisi karbon.

Inkonsistensi temuan di atas semakin kompleks ketika dikaitkan dengan faktor-faktor lain seperti pertumbuhan ekonomi dan intensitas energi. Studi-studi empiris mengenai hubungan antara PDB per kapita dan emisi karbon menunjukkan pola yang tidak seragam. Wencong et al. (2023) menemukan bahwa di negara-negara transisi, hubungan tersebut cenderung membentuk kurva-U, bukan kurva-U terbalik sebagaimana diasumsikan oleh *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Emisi karbon menurun pada tahap awal pertumbuhan, namun kembali meningkat setelah ambang pendapatan tertentu. Temuan ini menegaskan bahwa tanpa reformasi struktural dan transisi energi yang tepat, pertumbuhan ekonomi dapat memperburuk degradasi lingkungan.

Di sisi lain, Sultana et al. (2023) mendukung hipotesis EKC dengan menunjukkan bahwa peningkatan pendapatan pada tingkat tertentu dapat mengurangi emisi, khususnya ketika disertai dengan pengembangan teknologi. Studi Liu et al. (2023) juga membenarkan validitas EKC di China melalui



pendekatan NARDL, yang menunjukkan bahwa peningkatan PDB per kapita diikuti oleh peningkatan investasi dalam teknologi bersih dan efisiensi energi, yang secara kolektif menurunkan emisi dalam jangka panjang.

Faktor efisiensi energi juga menjadi determinan penting dalam dinamika emisi karbon. Liu et al. (2024), menggunakan pendekatan *Logarithmic Mean Divisia Index* (LMDI) dan *threshold regression*, menunjukkan bahwa penurunan intensitas energi, yaitu konsumsi energi per unit *output* ekonomi berkontribusi secara signifikan terhadap penurunan emisi karbon di berbagai provinsi di China selama 2006–2020. Penurunan intensitas energi ini, terutama di sektor industri, terbukti menjadi kekuatan utama dalam menahan laju pertumbuhan emisi, bahkan di tengah peningkatan aktivitas ekonomi nasional.

Oleh karena itu, penelitian ini menjadi krusial untuk mengkaji lebih lanjut efektivitas kebijakan pajak karbon dan sistem perdagangan emisi, khususnya dalam menghadapi tantangan peningkatan emisi karbon yang pesat di kawasan Asia. Sebagai wilayah dengan kontribusi signifikan terhadap emisi global, Asia menghadapi tekanan ganda antara kebutuhan untuk terus mendorong pertumbuhan ekonomi dan tuntutan untuk menjaga keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks tersebut, instrumen berbasis pasar seperti pajak karbon dan *ETS* semakin banyak diadopsi oleh negara-negara Asia sebagai upaya menekan laju emisi karbon tanpa harus mengorbankan produktivitas sektor ekonomi. Namun demikian, bukti empiris yang mengevaluasi efektivitas kebijakan-kebijakan tersebut secara komprehensif dan lintas negara di kawasan ini masih tergolong terbatas, sehingga diperlukan studi yang dapat menjawab kesenjangan tersebut.



Penelitian ini secara khusus memfokuskan pada periode 1990 hingga 2022 menganalisis lima negara Asia yang telah mengadopsi kebijakan pajak karbon

atau sistem perdagangan emisi, yaitu Korea Selatan, Jepang, China, Singapura, dan Kazakhstan. Kelima negara ini dipilih karena dianggap representatif dalam menggambarkan dinamika penerapan instrumen kebijakan iklim di kawasan Asia. Berdasarkan urgensi dan kesenjangan penelitian terdahulu, maka penelitian ini mengangkat judul “Analisis Pajak Karbon dan Sistem Perdagangan Emisi terhadap Emisi Karbon di Lima Negara Asia.”

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah kebijakan pajak karbon berpengaruh terhadap emisi karbon di lima negara Asia?
2. Apakah kebijakan sistem perdagangan emisi berpengaruh terhadap emisi karbon di lima negara Asia?
3. Apakah pendapatan per kapita berpengaruh terhadap emisi karbon di lima negara Asia?
4. Apakah intensitas energi berpengaruh terhadap emisi karbon di lima negara Asia?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh kebijakan pajak karbon terhadap emisi karbon di lima negara Asia
2. Untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh kebijakan sistem perdagangan emisi terhadap emisi karbon di lima negara Asia
3. Untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh pendapatan per kapita terhadap emisi karbon di lima negara Asia
4. Untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh intensitas energi terhadap emisi karbon di lima negara Asia



1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Mengkaji ulang relevansi teori untuk menambah wawasan dan pengetahuan terkait kebijakan pajak karbon dan sistem perdagangan emisi untuk mengatasi perkembangan emisi karbon
2. Memberikan masukan dan pertimbangan bagi pembuat kebijakan dalam merumuskan atau mengevaluasi kebijakan pajak karbon dan sistem perdagangan emisi, khususnya di kawasan Asia.
3. Menjadi referensi ilmiah dan sumber literatur bagi peneliti selanjutnya dalam mengkaji isu-isu yang berkaitan dengan emisi karbon, kebijakan, pajak karbon, dan sistem perdagangan emisi.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Teori *Environmental Kuznets Curve*

Teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC) merupakan kerangka konseptual yang menjelaskan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan. Teori ini berakar dari hipotesis Kuznets (1955) yang awalnya menggambarkan hubungan antara pendapatan dan ketimpangan, lalu dikembangkan dalam konteks lingkungan oleh Grossman dan Krueger (1995). Inti dari EKC adalah bahwa terdapat hubungan berbentuk U-terbalik antara pendapatan per kapita dan berbagai indikator kerusakan lingkungan, termasuk emisi karbon (Grossman dan Krueger, 1995). Artinya, pada tahap awal pembangunan ekonomi, pertumbuhan cenderung memperburuk kondisi lingkungan, namun setelah melewati titik balik tertentu (*turning point*), peningkatan pendapatan justru berkontribusi pada perbaikan lingkungan.

Pada tahap awal pertumbuhan ekonomi, negara-negara cenderung mengandalkan sektor industri dan energi fosil untuk mendorong *output* ekonomi (Grossman dan Krueger, 1995). Selain itu, intensitas energi pada tahap awal cenderung menghadapi intensitas yang tinggi karena teknologi produksi cenderung belum efisien, kebijakan lingkungan lemah, dan kesadaran publik terhadap isu lingkungan masih rendah (Grossman dan Krueger, 1995). Penggunaan batu bara, minyak, dan gas secara masif dalam pembangkitan listrik, transportasi, dan manufaktur menyebabkan peningkatan

i karbon dan berbagai jenis polutan lainnya. Grossman dan Krueger 5) juga menemukan indikator pencemaran udara dan air meningkat



seiring naiknya PDB, menunjukkan hubungan positif antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan.

Seiring berjalannya waktu, ketika negara mulai mencapai tingkat pendapatan tertentu, struktur ekonomi mulai bergeser dari industri menuju sektor jasa dan teknologi. Pada fase ini, negara-negara mulai mampu berinvestasi dalam teknologi produksi yang lebih bersih dan efisien. Pemerintah juga memiliki kapasitas fiskal dan kelembagaan untuk menerapkan serta menegakkan regulasi lingkungan yang lebih ketat. Masyarakat kelas menengah yang semakin besar turut meningkatkan tekanan politik untuk memperbaiki kualitas lingkungan hidup.

Meskipun studi Grossman dan Krueger (1995) tidak mengukur intensitas energi secara eksplisit, hubungan antara konsumsi energi dan emisi karbon sangat jelas. Sebagian besar polutan yang dianalisis dalam studi tersebut berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti dalam sektor pembangkitan listrik dan transportasi. Oleh karena itu, intensitas energi dapat dianggap sebagai faktor yang memperjelas hubungan pendapatan per kapita dan emisi karbon. Pada negara-negara berpendapatan rendah, intensitas energi cenderung tinggi menyebabkan peningkatan emisi karbon, namun setelah melewati titik balik, negara cenderung beralih ke sumber energi yang lebih bersih, menerapkan efisiensi energi, dan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil (Grossman dan Krueger, 1995). Penurunan intensitas energi ini turut menjelaskan mengapa emisi karbon dapat menurun seiring peningkatan pendapatan per kapita.



Meskipun pola EKC menunjukkan bahwa lingkungan dapat membaik seiring pertumbuhan ekonomi, namun proses ini bukanlah otomatis.

Perbaikan kualitas lingkungan pada pendapatan tinggi lebih banyak dipengaruhi oleh kebijakan lingkungan yang dipicu oleh kesadaran sosial dan tekanan masyarakat. Negara-negara dengan pendapatan tinggi umumnya memiliki sistem regulasi lingkungan yang lebih matang, tingkat penegakan hukum yang lebih baik, serta adopsi teknologi hijau yang lebih luas. Selain itu, globalisasi dan kerja sama internasional juga memungkinkan transfer teknologi dan pengetahuan lingkungan ke negara berkembang. Dengan demikian, transisi menuju penurunan emisi karbon dalam pola EKC sangat tergantung pada bagaimana pertumbuhan ekonomi dikelola dan diarahkan (Grossman dan Krueger, 1995).

Bagi negara-negara berkembang, pemahaman terhadap pola EKC memiliki implikasi penting dalam merancang kebijakan pembangunan berkelanjutan. Mereka memiliki peluang untuk melompati fase polusi tinggi melalui adopsi teknologi bersih sejak awal dan memperkuat kapasitas kelembagaan untuk perlindungan lingkungan. Dengan pembelajaran dari sejarah negara maju dan akses ke teknologi serta pendanaan internasional, negara berkembang tidak harus mengulang pola yang sama (Grossman dan Krueger, 1995). Dengan demikian, teori EKC menunjukkan bahwa walaupun pertumbuhan ekonomi pada awalnya memperburuk kondisi lingkungan, dengan pengelolaan yang tepat, pertumbuhan yang berkelanjutan dan rendah karbon tetap dapat dicapai tanpa harus mengorbankan pembangunan ekonomi.

2.1.2. Konsep Emisi Karbon



Emisi karbon merupakan komponen utama gas rumah kaca yang memiliki kemampuan menyerap dan memancarkan panas, sehingga

menciptakan efek pemanasan global (Jiang *et al.*, 2020). Emisi ini umumnya dihitung dalam satuan ekuivalen karbon dioksida (CO₂e), yakni metrik yang mengonversi berbagai gas rumah kaca ke dalam bentuk yang sebanding dengan CO₂ berdasarkan nilai *Global Warming Potential* (Babacan *et al.*, 2020). Konversi ini menggunakan nilai potensi pemanasan global periode dasar 100 tahun (GWP100) yang disebut sebagai CO₂e untuk memungkinkan perbandingan yang lebih seragam antar jenis emisi (Xu *et al.*, 2023).

Peningkatan emisi karbon secara terus-menerus, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, telah menyebabkan penumpukan GRK di atmosfer. Akumulasi ini tidak hanya mengganggu keseimbangan iklim global, tetapi juga memicu serangkaian dampak lingkungan yang serius, antara lain peningkatan suhu global (*global warming*), pencairan es di kutub, naiknya permukaan laut, perubahan pola curah hujan, serta peningkatan frekuensi dan intensitas cuaca ekstrem seperti badai, kekeringan, dan banjir (Metcalf, 2019). Untuk mengatasi hal ini, berbagai negara menerapkan kebijakan pajak karbon dan sistem perdagangan emisi.

2.1.3. Teori *Pigovian Tax*

Pengenaan pajak atas aktivitas ekonomi yang menimbulkan dampak sosial negatif, seperti emisi karbon, merupakan refleksi langsung dari pemikiran Pigou (1920) yang dikembangkan dalam karyanya *The Economics of Welfare*. Dalam buku ini, Pigou mengemukakan bahwa dalam banyak proses produksi dan konsumsi, terdapat kondisi di mana keuntungan atau kerugian yang ditanggung oleh individu atau perusahaan tidak selalu sejalan



dengan keuntungan atau kerugian yang ditanggung oleh masyarakat secara keseluruhan.

Pigou menjelaskan bahwa dalam kasus seperti itu, tindakan individu atau produsen menciptakan apa yang kini disebut sebagai *external cost* atau eksternalitas negatif, kerugian yang tidak dibayar oleh mereka yang menyebabkan kerugian tersebut, tetapi ditanggung oleh masyarakat luas. Sebagai contoh, ia menyebutkan tentang pabrik yang menimbulkan asap berbahaya yang mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan masyarakat sekitar, namun dampak tersebut tidak tercermin dalam harga barang yang diproduksi oleh pabrik tersebut. Dalam hal ini, biaya sosial (*social cost*) dari produksi lebih besar daripada biaya pribadi (*private cost*) yang dihitung oleh produsen. Ketidakseimbangan inilah yang menjadi akar dari kegagalan pasar (*market failure*), karena sistem harga tidak mencerminkan kerugian sosial yang sebenarnya ditimbulkan oleh kegiatan ekonomi tersebut.

Sebagai solusi terhadap masalah ini, Pigou menyarankan peran aktif pemerintah untuk mengintervensi pasar guna memperbaiki ketidaksesuaian tersebut. Ia mengemukakan bahwa adalah sah secara teori jika negara mengenakan suatu bentuk pajak terhadap aktivitas yang menyebabkan kerugian sosial, dengan besaran pajak yang setara dengan nilai kerugian eksternal yang ditimbulkan. Pajak semacam ini, yang kini dikenal dalam literatur ekonomi sebagai *Pigouvian tax*, bertujuan untuk menyelaraskan antara biaya sosial dan biaya pribadi dengan cara menginternalisasi eksternalitas ke dalam sistem harga. Dengan kata lain, melalui instrumen ini, pelaku ekonomi dipaksa untuk mempertimbangkan dampak sosial dari aktivitasnya dalam proses pengambilan keputusan ekonomi.



Pigou juga memandang bahwa intervensi melalui pajak tidak hanya menciptakan keseimbangan alokasi sumber daya yang lebih baik, tetapi juga dapat memperbesar kesejahteraan sosial secara keseluruhan. Ia menyatakan bahwa jika eksternalitas negatif tidak diperhitungkan dalam perhitungan biaya dan manfaat oleh pelaku ekonomi, maka alokasi sumber daya tidak akan efisien. Dengan demikian, pengenaan pajak bukan hanya soal memungut dana, melainkan instrumen koreksi pasar yang memiliki tujuan normatif, yaitu memaksimalkan kesejahteraan sosial (*social welfare*).

Meskipun Pigou mengakui bahwa pengukuran nilai kerugian sosial atau eksternalitas bisa sangat kompleks secara praktis, karena tidak semua dampak eksternal mudah dihitung atau dikalkulasi secara kuantitatif, ia tetap menegaskan bahwa secara prinsip, pajak tetap merupakan instrumen yang dapat digunakan oleh pemerintah untuk menyeimbangkan kembali hubungan antara kepentingan individu dan kepentingan kolektif. Dalam kerangka pemikiran Pigou, kebijakan fiskal seperti pajak atas polusi atau kerusakan lingkungan adalah tanggapan rasional terhadap ketidaksempurnaan pasar dan bagian dari upaya negara untuk mencapai efisiensi sosial.

Meskipun Pigou tidak menggunakan istilah “emisi karbon” dalam bukunya, karena isu perubahan iklim dan karbon dioksida belum menjadi perhatian pada masa itu. Pemikiran dasarnya sangat relevan dengan tantangan lingkungan kontemporer. Aktivitas ekonomi yang menghasilkan emisi karbon menimbulkan dampak negatif seperti pemanasan global, naiknya permukaan laut, dan gangguan pada sistem ekologi, yang semuanya

ipakan eksternalitas yang tidak tercermin dalam harga energi atau barang umsi. Oleh karena itu, dalam semangat pemikiran Pigou, pajak atas emisi



karbon dapat dilihat sebagai bentuk modern dari *Pigouvian tax*, yaitu upaya pemerintah untuk menyamakan biaya pribadi dan sosial dalam aktivitas ekonomi yang merusak lingkungan.

2.1.4. Sistem Perdagangan Emisi

Sistem perdagangan emisi karbon atau yang dikenal sebagai *cap-and-trade* merupakan wujud nyata dari pendekatan berbasis pasar untuk mengendalikan pencemaran lingkungan. Gagasan ini tidak muncul secara tiba-tiba, tetapi berakar kuat dalam dua karya ekonomi klasik yang membentuk dasar konseptual dan operasional dari kebijakan ini, yakni tulisan Coase (1960) yang berjudul *The Problem of Social Cost*, dan pemikiran Dales (1968) dalam karyanya mengenai *Pollution Rights* yang dapat diperdagangkan.

Pemikiran Coase berangkat dari pengamatan bahwa banyak masalah eksternalitas, seperti polusi, suara bising, atau kerusakan lingkungan. Bukan semata-mata karena adanya tindakan jahat dari satu pihak, tetapi karena adanya konflik penggunaan sumber daya yang sama oleh pihak-pihak yang berbeda. Dalam konteks emisi karbon, konflik itu muncul antara pelaku industri yang menghasilkan emisi, dan masyarakat atau lingkungan yang menanggung dampaknya. Coase menyatakan bahwa jika hak-hak kepemilikan atas dampak eksternal tersebut ditetapkan dengan jelas, maka pelaku ekonomi dapat menyelesaikan perbedaan kepentingan melalui proses negosiasi sukarela. Dalam tulisannya, ia menekankan pentingnya hukum yang jelas atas siapa yang memiliki hak untuk melakukan apa, sebagai

yarat agar pasar dapat berfungsi. Jika hak untuk mencemari atau hak < menikmati lingkungan yang bersih dapat ditetapkan dan



diperjualbelikan, serta biaya transaksi (negosiasi, informasi, dan penegakan) cukup rendah, maka efisiensi dapat tercapai tanpa perlu intervensi berat dari negara.

Sementara itu, Dales (1968) mengambil langkah lebih lanjut dengan mengembangkan struktur konkret dari sistem perdagangan hak pencemaran. Dalam pemikirannya, Dales memandang keterbatasan pendekatan administratif dalam mengatur lingkungan, yang menurutnya cenderung birokratis, tidak fleksibel, dan mahal secara ekonomi. Ia menawarkan alternatif, jika negara dapat menentukan batas total maksimum polusi yang diizinkan dalam suatu wilayah (yang disebut sebagai *cap*), maka hak untuk mencemari dapat dipecah ke dalam unit-unit dan dibagikan kepada pelaku industri. Yang membuat ide ini luar biasa adalah bahwa hak-hak tersebut tidak bersifat tetap, melainkan dapat diperjualbelikan di pasar bebas. Dalam sistem ini, pelaku industri yang dapat mengurangi polusi dengan biaya murah akan menjual haknya, sementara mereka yang menghadapi biaya pengurangan yang tinggi akan lebih memilih membeli hak tambahan.

Inti dari pemikiran Dales adalah pengakuan bahwa tidak semua pelaku ekonomi berada dalam posisi yang sama dalam hal kemampuan dan biaya untuk mengurangi pencemaran. Maka, sistem perdagangan hak mencemari memberi ruang untuk fleksibilitas dan efisiensi yang tidak mungkin dicapai melalui pendekatan satu ukuran untuk semua. Dalam desain ini, peran negara hanya terbatas pada dua hal utama. Pertama, menetapkan batas total polusi yang dapat diterima oleh sistem lingkungan (misalnya total emisi karbon per tahun suatu negara). Kedua, membentuk dan mengawasi pasar tempat hak mencemari itu diperdagangkan. Selengkapnya, pelaku ekonomi diberi



kebebasan untuk merespons sinyal harga dalam menentukan strategi terbaik mereka, apakah akan berinvestasi pada teknologi bersih, mengubah proses produksi, atau membeli hak emisi dari pelaku lain.

Dengan menggabungkan gagasan Coase tentang negosiasi atas hak eksternalitas dan rancangan kelembagaan Dales mengenai perdagangan hak pencemaran, sistem perdagangan emisi karbon modern lahir. Dalam sistem ini, negara tidak lagi memerintahkan secara langsung siapa yang harus mengurangi emisi dan berapa banyak, melainkan hanya menciptakan ruang aturan berupa batas total emisi dan hak yang dapat dipertukarkan. Pasar kemudian akan menemukan kombinasi pengurangan emisi yang paling murah dan efisien, sehingga tujuan lingkungan dapat dicapai tanpa membebani ekonomi secara berlebihan. Coase memberikan legitimasi konseptual bahwa pertukaran atas hak polusi dapat menghasilkan efisiensi jika hak tersebut jelas dan pasar bekerja, sementara Dales membuktikan bahwa mekanisme tersebut dapat dirancang secara operasional dan diterapkan di dunia nyata.

2.2. Hubungan Antar Variabel

2.2.1. Hubungan Variabel Pajak Karbon Terhadap Emisi Karbon

Pajak karbon memiliki hubungan negatif terhadap emisi karbon karena secara fundamental ia dirancang untuk memperbaiki kegagalan pasar yang timbul akibat eksternalitas negatif (Pigou, 1920). Dalam *The Economics of Welfare* (1920), Arthur Cecil Pigou menjelaskan bahwa aktivitas ekonomi seringkali menghasilkan dampak sosial yang tidak tercermin dalam biaya privat yang ditanggung oleh pelaku ekonomi. Dalam kasus emisi karbon,

sahaan yang menggunakan bahan bakar fosil tidak menanggung biaya
si yang mereka hasilkan terhadap lingkungan, kesehatan publik, dan



perubahan iklim. Akibatnya, mereka mengonsumsi energi lebih dari tingkat optimal secara sosial. Untuk menyelaraskan kepentingan privat dengan kepentingan sosial, Pigou mengusulkan penerapan pajak atas aktivitas yang menimbulkan eksternalitas, yaitu *Pigouvian tax*, yang besarnya setara dengan nilai kerugian sosial yang ditimbulkan.

Dengan menerapkan pajak karbon, pemerintah secara efektif memasukkan biaya sosial dari emisi ke dalam pertimbangan ekonomi produsen dan konsumen. Pajak ini menaikkan harga relatif dari produk dan jasa yang intensif karbon, sehingga mengubah insentif ekonomi. Perusahaan akan mempertimbangkan biaya pajak dalam keputusan produksi dan konsumsi energi mereka. Mereka yang sebelumnya tidak memiliki alasan untuk mengurangi emisi kini terdorong untuk berinvestasi dalam teknologi yang lebih bersih, meningkatkan efisiensi energi, atau mengalihkan produksi ke sumber energi rendah karbon. Konsumen, di sisi lain, juga terdorong untuk memilih produk yang lebih ramah lingkungan atau mengurangi konsumsi energi. Dalam jangka panjang, mekanisme harga ini diyakini akan menurunkan emisi secara agregat, mendorong inovasi hijau, dan mempercepat transisi energi menuju keberlanjutan.

Pigou secara eksplisit menyatakan bahwa tanpa intervensi negara, pelaku ekonomi tidak memiliki dorongan untuk mempertimbangkan kerugian sosial dari tindakannya. Dalam konteks lingkungan, ini berarti pasar gagal mengatur sendiri tingkat polusi yang optimal. Oleh karena itu, Pigou menegaskan pentingnya peran negara dalam menerapkan kebijakan korektif, yaitu pajak, yang menjembatani jarak antara kepentingan individu dan kepentingan kolektif. Ia menyebut bahwa kebijakan fiskal bukan hanya alat



untuk membiayai negara, tetapi juga alat normatif untuk meningkatkan efisiensi alokasi sumber daya. Dalam hal ini, pajak karbon bukan hanya instrumen pengumpulan penerimaan negara, melainkan intervensi ekonomi yang secara teoritis dirancang untuk menggerakkan ekonomi ke arah alokasi sumber daya yang lebih efisien dan berkelanjutan secara ekologis.

Lebih jauh, Pigou juga mengantisipasi argumen tentang beban pajak terhadap pelaku usaha dengan menyatakan bahwa biaya pajak yang ditetapkan secara proporsional dengan kerugian sosial tidak akan bersifat diskriminatif. Pajak tersebut adil secara ekonomi karena hanya menempatkan beban pada mereka yang menimbulkan dampak negatif terhadap masyarakat luas. Dalam praktiknya, pajak karbon yang efektif akan menghasilkan dua efek sekaligus: pertama, efek harga yang menekan permintaan terhadap energi karbon-intensif, dan kedua, efek inovasi, yakni peningkatan daya saing teknologi bersih karena adanya insentif ekonomi baru. Maka dari itu, dalam perspektif Pigou, pajak atas emisi karbon tidak hanya dibenarkan, tetapi merupakan solusi paling rasional dan adil untuk mengatasi permasalahan eksternalitas lingkungan.

Teori Pigou menunjukkan hubungan antara pajak karbon dan emisi karbon bersifat negatif karena pajak tersebut merepresentasikan biaya sosial yang selama ini tidak diperhitungkan dalam pengambilan keputusan ekonomi. Ketika pajak karbon diterapkan dengan tepat, ia berfungsi sebagai instrumen korektif untuk mengurangi konsumsi energi yang mencemari, menciptakan efisiensi alokasi, dan mendekatkan kondisi pasar pada keseimbangan sosial optimal. Teori ini tetap relevan hingga saat ini dan menjadi fondasi utama



dari banyak kebijakan iklim modern yang bertujuan menurunkan emisi karbon secara bertanggung jawab dan ekonomis.

2.2.2. Hubungan Variabel Sistem Perdagangan Emisi Terhadap Emisi Karbon

Sistem perdagangan emisi memiliki hubungan negatif terhadap emisi karbon karena secara langsung membatasi total emisi yang diizinkan dan memberikan fleksibilitas pasar kepada pelaku ekonomi dalam menyesuaikan upaya pengurangan emisi mereka berdasarkan efisiensi biaya. Skema ini bekerja melalui mekanisme yang disebut *cap-and-trade*, yaitu dengan menetapkan batas total emisi (*cap*) dalam suatu periode, lalu membagi izin emisi (*allowances*) kepada pelaku industri yang relevan. Izin tersebut kemudian dapat diperjualbelikan di pasar (*trade*), sehingga menciptakan harga karbon yang merefleksikan kelangkaan dan nilai dari hak untuk mencemari. Logika di balik pendekatan ini berakar pada teori eksternalitas yang dikembangkan oleh Ronald H. Coase dalam *The Problem of Social Cost* (1960), yang menyatakan bahwa jika hak kepemilikan atas dampak eksternal, seperti polusi ditetapkan secara jelas, maka pelaku ekonomi akan dapat menyelesaikan konflik eksternalitas melalui negosiasi sukarela, menghasilkan alokasi sumber daya yang efisien, selama biaya transaksi cukup rendah.

Menurut Coase, polusi bukanlah semata-mata masalah siapa yang mencemari siapa, melainkan masalah simetris dari dua pihak yang berinteraksi dalam penggunaan sumber daya yang sama. Oleh karena itu, penyelesaian terbaik bukanlah selalu melarang polusi, tetapi menciptakan

tur hak yang jelas dan memberi ruang bagi pertukaran tersebut melalui r. John H. Dales (1968) mengembangkan konsep ini menjadi sistem ret berupa pasar hak mencemari (*pollution rights*). Dalam skemanya,



negara menetapkan batas total emisi dan menerbitkan hak pencemaran sebanyak batas tersebut, lalu memberikan keleluasaan bagi pelaku ekonomi untuk membeli atau menjual hak tersebut. Perusahaan yang memiliki teknologi bersih dan dapat mengurangi emisi dengan biaya rendah akan cenderung menjual haknya untuk memperoleh keuntungan, sementara perusahaan yang menghadapi biaya tinggi dalam pengurangan emisi akan memilih untuk membeli hak tambahan di pasar daripada mengubah proses produksinya secara drastis.

Dales menekankan bahwa pendekatan ini lebih fleksibel dan lebih hemat biaya dibandingkan pendekatan administratif atau komando-kontrol, yang seringkali bersifat kaku dan tidak mempertimbangkan perbedaan kemampuan antar pelaku ekonomi. Sistem perdagangan emisi memungkinkan penyesuaian strategi yang lebih dinamis oleh setiap perusahaan sesuai dengan kondisi internal mereka. Selain itu, pasar hak emisi menciptakan insentif ekonomi yang kuat untuk inovasi teknologi rendah karbon karena semakin perusahaan mampu menurunkan emisinya, semakin besar potensi keuntungannya dari penjualan izin. Dari perspektif kebijakan publik, pendekatan ini juga mempermudah pencapaian target lingkungan dengan transparansi dan akuntabilitas yang lebih tinggi karena setiap unit izin dapat ditelusuri dan diverifikasi. Maka, hubungan negatif antara sistem perdagangan emisi dan emisi karbon tercipta karena pengendalian kuantitatif yang dikombinasikan dengan fleksibilitas pasar, mendorong efisiensi ekonomi sekaligus keberlanjutan ekologis.



Lebih jauh, efektivitas sistem perdagangan emisi juga dapat diperkuat
 ini desain kelembagaan yang baik, seperti pengawasan pasar,

transparansi data, serta penegakan hukum terhadap pelanggaran batas emisi. Semakin ketat batas (*cap*) yang ditetapkan oleh otoritas dan semakin aktif serta likuid perdagangannya di pasar, maka semakin tinggi harga karbon, dan semakin kuat sinyal pasar yang mendorong pengurangan emisi. Dengan cara ini, sistem perdagangan emisi berfungsi bukan hanya sebagai alat pengendalian, tetapi sebagai pendorong transformasi struktural menuju ekonomi rendah karbon. Secara keseluruhan, sesuai dengan teori Coase dan implementasi dari Dales, sistem perdagangan emisi menciptakan jalur efisien dan fleksibel dalam mencapai target lingkungan, sehingga memiliki hubungan negatif yang kuat terhadap tingkat emisi karbon.

2.2.3. Hubungan Variabel PDB Per Kapita Terhadap Emisi Karbon

Hubungan antara Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita dan emisi karbon dijelaskan secara teoritis oleh *Environmental Kuznets Curve* (EKC), sebuah hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan berbentuk kurva U-terbalik (*inverted-U*) antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan. Teori ini awalnya diadaptasi dari konsep Kuznets Curve dalam distribusi pendapatan oleh Simon Kuznets, dan kemudian diterapkan dalam konteks lingkungan oleh Grossman dan Krueger (1995). EKC menyatakan bahwa pada tahap awal pembangunan ekonomi, peningkatan PDB per kapita cenderung diikuti oleh peningkatan emisi karbon, karena proses industrialisasi pada fase ini sangat bergantung pada energi fosil, teknologi konvensional yang boros energi, serta lemahnya penegakan regulasi lingkungan. Sektor-sektor ekonomi dominan pada tahap ini biasanya padat energi dan padat karbon, seperti manufaktur dasar, konstruksi, serta ekstraksi sumber daya alam, yang menghasilkan emisi dalam jumlah besar.



Namun, seiring berjalannya waktu dan peningkatan pendapatan per kapita, struktur ekonomi mulai mengalami transformasi. Pada tahap pembangunan selanjutnya, masyarakat cenderung menuntut lingkungan hidup yang lebih bersih, dan pemerintah mulai menerapkan regulasi yang lebih ketat terhadap polusi serta mendorong adopsi teknologi ramah lingkungan. Secara paralel, sektor jasa mulai mengambil porsi lebih besar dalam struktur ekonomi, menggantikan sektor-sektor industri berat yang memiliki jejak karbon tinggi. Proses ini mengarah pada penurunan intensitas energi dan peningkatan efisiensi energi dalam sistem produksi. Selain itu, meningkatnya kesadaran masyarakat akan isu perubahan iklim dan kerusakan lingkungan menciptakan tekanan politik dan sosial yang mendorong reformasi kebijakan dan perubahan perilaku konsumsi. Akibat dari transformasi ini adalah menurunnya tingkat emisi karbon seiring kenaikan PDB per kapita, menciptakan pola hubungan negatif sebagaimana digambarkan oleh kurva EKC.

Titik balik (*turning point*) dari kurva EKC menandai momen di mana peningkatan pendapatan tidak lagi diikuti oleh peningkatan emisi, melainkan penurunan. Titik ini bervariasi antar negara dan sektor tergantung pada faktor-faktor seperti kapasitas teknologi, kebijakan lingkungan, kesadaran masyarakat, serta struktur energi nasional. Negara-negara maju umumnya telah mencapai atau melampaui titik balik ini, sementara negara berkembang masih berada pada fase meningkat. Oleh karena itu, menurut teori EKC, peningkatan PDB per kapita tidak serta merta memperburuk lingkungan, inkan memiliki potensi memperbaikinya setelah fase industrialisasi sif dilewati dan kebijakan serta teknologi yang tepat diterapkan.



Dengan demikian, berdasarkan teori EKC, hubungan antara PDB per kapita dan emisi karbon bersifat dinamis dan non-linier. Peningkatan pendapatan awalnya mendorong emisi, tetapi seiring kemajuan ekonomi dan reformasi struktural, peningkatan pendapatan justru dapat menjadi kekuatan pendorong dalam pengurangan emisi karbon. Teori ini memberikan kerangka konseptual yang penting dalam menjelaskan transisi lingkungan dalam proses pembangunan ekonomi, sekaligus menekankan pentingnya peran kebijakan dan inovasi dalam menjamin bahwa pertumbuhan ekonomi tidak harus dibayar mahal dengan kerusakan lingkungan.

2.2.4. Hubungan Variabel Intensitas Energi Terhadap Emisi Karbon

Dalam kerangka teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC), intensitas energi berperan sebagai variabel struktural yang menjembatani hubungan antara pembangunan ekonomi dan emisi karbon. Intensitas energi, yang secara teknis didefinisikan sebagai jumlah konsumsi energi primer per unit Produk Domestik Bruto (misalnya dalam kilowatt-jam per dolar), mencerminkan efisiensi energi dalam proses produksi suatu negara. Hubungan antara intensitas energi dan emisi karbon umumnya bersifat positif: semakin tinggi intensitas energi, semakin besar konsumsi energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit *output* ekonomi, dan akibatnya semakin besar pula emisi karbon yang dihasilkan, terutama bila sumber energi yang digunakan adalah bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi.

Pada tahap awal pembangunan ekonomi, negara-negara cenderung memiliki intensitas energi yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh ketergantungan

sektor industri dasar yang padat energi, penggunaan teknologi lama tidak efisien, serta kurangnya insentif atau kapasitas untuk mengadopsi



teknologi ramah lingkungan. Fase ini mencerminkan bagian naik dari kurva EKC, di mana peningkatan PDB per kapita disertai dengan lonjakan konsumsi energi dan emisi karbon. Intensitas energi yang tinggi pada fase ini memperkuat korelasi positif antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan. Sebagai contoh, negara-negara berkembang yang sedang mengalami percepatan industrialisasi umumnya menunjukkan pola ini, karena efisiensi energi masih relatif rendah, dan sebagian besar energi masih berasal dari sumber konvensional yang mencemari.

Namun, seiring meningkatnya pendapatan dan kapasitas fiskal, negara mulai menginvestasikan sumber dayanya untuk meningkatkan efisiensi energi melalui modernisasi teknologi, diversifikasi energi, serta peningkatan kesadaran akan keberlanjutan. Inilah fase yang menggambarkan sisi menurun dari kurva EKC. Dalam konteks ini, intensitas energi mulai menurun, karena proses produksi menjadi lebih efisien, sektor jasa mulai mendominasi struktur ekonomi, dan kebijakan energi bersih mulai diterapkan secara sistematis. Penurunan intensitas energi ini pada akhirnya berkontribusi signifikan terhadap penurunan emisi karbon, sekaligus memperkuat hubungan negatif antara pembangunan ekonomi dan degradasi lingkungan yang menjadi tujuan normatif dari teori EKC.

Penurunan intensitas energi juga tidak lepas dari kemajuan teknologi dan kebijakan pemerintah. Negara-negara maju umumnya menerapkan standar efisiensi energi yang tinggi, memberikan insentif bagi adopsi teknologi rendah karbon, dan memberlakukan regulasi ketat terhadap konsumsi energi.

1 jauh, transformasi struktural dari ekonomi berbasis industri berat ke ekonomi berbasis pengetahuan juga berperan penting dalam menurunkan



intensitas energi. Dalam hal ini, penurunan intensitas energi menjadi indikator penting bahwa suatu negara mulai bergerak menuju jalur pembangunan yang lebih berkelanjutan secara lingkungan.

Dengan demikian, hubungan positif antara intensitas energi dan emisi karbon adalah karakteristik dari fase awal pembangunan yang intensif energi dan belum efisien, sedangkan penurunan intensitas energi pada fase lanjut mencerminkan peningkatan efisiensi dan komitmen terhadap transisi energi bersih. Oleh karena itu, dalam konteks teori EKC, intensitas energi bukan hanya variabel penjelas tambahan, tetapi merupakan mekanisme penting yang menghubungkan transisi ekonomi dengan dinamika emisi karbon. Semakin rendah intensitas energi, semakin besar potensi suatu negara untuk menurunkan emisi karbon tanpa harus mengorbankan pertumbuhan ekonomi. Dalam kerangka ini, menurunkan intensitas energi bukan hanya langkah teknis, tetapi juga strategi kunci untuk mewujudkan bentuk ideal dari EKC yaitu pertumbuhan ekonomi yang disertai penurunan emisi karbon.

2.3. Studi Empiris

Pengaruh kebijakan pajak karbon dan sistem perdagangan emisi terhadap emisi karbon telah dikaji oleh peneliti-peneliti terdahulu, baik secara parsial maupun simultan. Liu *et al.* (2021) mengkaji efektivitas pajak karbon dalam mengurangi emisi karbon di China menggunakan pendekatan analisis skenario (skenario tanpa pajak karbon dan skenario dengan pajak karbon). Hasil penelitian menemukan bahwa pajak karbon secara signifikan mengurangi total emisi karbon di seluruh sektor ekonomi. Hal yang sama juga ditemukan oleh Song (2023) di



gunakan model *Computable General Equilibrium* (CGE) yang menunjukkan bahwa pajak karbon dapat mengurangi emisi karbon secara efektif.

Selain itu, Mehta dan Derbeneva (2024) menghasilkan temuan yang sama di negara Jerman, Inggris, Prancis, dan Italia dengan pendekatan *cross-sectional non-linear autoregressive distributed lag* (CS-NARDL) yang mengemukakan bahwa pajak karbon secara signifikan mengurangi emisi karbon dalam jangka panjang.

Di sisi lain, beberapa studi lainnya menghasilkan temuan yang berkontradiksi dengan temuan sebelumnya. Pretis (2022) menggunakan metode *difference-in-differences* (DID) untuk mengkaji efektivitas pajak karbon di British Columbia. Hasil penelitian menemukan bahwa pajak karbon di British Columbia tidak memiliki dampak signifikan terhadap pengurangan emisi karbon secara agregat, meskipun terdapat pengurangan yang signifikan pada sektor transportasi. Hal ini juga didukung oleh Xia *et al.* (2024) yang mengevaluasi dampak implementasi pajak karbon terhadap pengurangan emisi karbon di tingkat perusahaan China menggunakan model permainan (*game theory*). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa pajak karbon tidak selalu mendorong upaya pengurangan emisi oleh perusahaan, hanya ketika beban pajak karbon lebih rendah dari ambang batas tertentu.

Selain kebijakan pajak karbon, sistem perdagangan emisi (*ETS*) juga telah dikaji oleh beberapa peneliti terdahulu. Shen, Tang dan Zeng (2020) mengevaluasi dampak *ETS* terhadap pengurangan emisi karbon di tingkat perusahaan yang terdaftar di China dari tahun 2009 hingga 2017 menggunakan metode *propensity score matching – difference-in-differences* (PSDM-DID). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *ETS* berpengaruh signifikan terhadap pengurangan emisi

periode penelitian.



Senada dengan itu, Wu (2022) juga menemukan bahwa *ETS* memiliki dampak signifikan dalam menurunkan emisi karbon di China dari tahun 2009 hingga 2017 menggunakan model *difference-in-differences* (DID). Selain itu, Wu, Nie dan Wang (2023) juga menyatakan bahwa *ETS* memiliki pengaruh signifikan dalam mengurangi emisi karbon di kota berbasis sumber daya (*resource-based-cities*) dengan rata-rata pengurangan sebesar 13,2 persen.

Lebih lanjut, Wang dan Duan (2025) mengungkapkan bahwa *ETS* berdampak signifikan terhadap pengurangan emisi karbon di sektor pembangkit listrik China sebesar 13 persen selama periode 2013 hingga 2020. Perusahaan dengan teknologi yang lebih rendah menghadapi tekanan lebih besar untuk mengurangi emisi dibandingkan dengan perusahaan dengan teknologi yang lebih maju. Selain itu, Liu, Xu dan Lv (2024) juga menghasilkan temuan yang sama menggunakan model *difference-in-differences* bahwa *ETS* secara signifikan mengurangi emisi karbon di kawasan aglomerasi, dengan efek yang lebih besar pada kota-kota di wilayah pinggiran dibandingkan dengan kota inti. Walaupun demikian, Tomášková (2021) mengungkapkan hasil yang berbeda, EU *ETS* tidak memiliki dampak signifikan terhadap pengurangan emisi karbon di Republik Ceko dengan metode *difference-in-differences* (DID) pada periode 2005-2019.

Di sisi lain, studi komparasi antara pajak karbon dan sistem perdagangan emisi juga telah dikaji oleh beberapa peneliti terdahulu dan menghasilkan temuan yang beragam. Candelon dan Hasse (2023) menguji hubungan kausalitas antara pajak karbon dan sistem perdagangan emisi terhadap pengurangan emisi karbon dalam jangka panjang dan pendek menggunakan *model vector autoregression* hasil temuan menemukan bahwa pajak karbon memiliki hubungan kausal



yang signifikan terhadap pengurangan emisi karbon dalam jangka panjang, sedangkan EU *ETS* tidak menunjukkan dampak signifikan.

Berbeda dengan temuan sebelumnya, Ahmad, Li dan Wu (2024) menggunakan *meta analysis* berdasarkan 81 studi yang dipublikasikan dari tahun 2011-2022 yang menyimpulkan bahwa pajak karbon dan *ETS* berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon, dengan efek pajak karbon yang lebih kuat dibandingkan *ETS*. Selain itu, Pan *et al.* (2024) mengevaluasi efektivitas pajak karbon dan sistem perdagangan emisi dalam mengurangi emisi karbon menggunakan pendekatan meta-analisis. Hasil penelitian menyatakan bahwa penerapan pajak karbon dan sistem perdagangan emisi secara bersamaan lebih baik untuk mereduksi emisi karbon secara efektif, dibandingkan menerapkan salah satu diantaranya. Sedangkan, Wang *et al.* (2023) menggunakan *game theory* untuk menganalisis perbandingan kebijakan pajak karbon dan sistem perdagangan emisi. Hasil temuan menunjukkan bahwa pajak karbon dan sistem perdagangan emisi dapat mengurangi emisi karbon, dengan efektivitas sistem perdagangan emisi yang lebih tinggi dibandingkan pajak karbon.

Di sisi lain, studi empiris antara PDB per kapita terhadap emisi karbon juga menghasilkan temuan yang tidak seragam. Wencong *et al.* (2023) yang meneliti negara-negara transisi dengan menggunakan pendekatan CS-ARDL dan panel *quantile regression*, ditemukan bahwa hubungan antara PDB per kapita dan emisi karbon bersifat non-linear dan membentuk kurva U, bukan U-terbalik sebagaimana diasumsikan oleh EKC. Emisi karbon menurun pada tahap awal pertumbuhan, namun kembali meningkat setelah melewati ambang tertentu. Hasil ini kasikan bahwa hipotesis EKC tidak sepenuhnya berlaku di konteks negara transisi. Dengan demikian, pertumbuhan ekonomi yang terus



berlanjut justru dapat memperburuk degradasi lingkungan apabila tidak dibarengi kebijakan energi yang berkelanjutan dan transisi teknologi hijau.

Sebaliknya, Sultana et al. (2023) yang mengkaji 11 negara *Next-11* menemukan bahwa EKC berlaku di konteks tersebut. Dengan menggunakan panel *quantile regression* serta uji *robust* seperti FMOLS, DOLS, dan CCR, hasil mereka menunjukkan bahwa koefisien PDB per kapita bersifat positif tetapi menurun dari kuantil bawah ke atas, sedangkan koefisien kuadrat PDB per kapita konsisten negatif. Hal ini menegaskan bahwa pada tingkat pendapatan rendah, peningkatan PDB per kapita mendorong emisi, namun pada tingkat pendapatan yang lebih tinggi, emisi cenderung menurun sejalan dengan asumsi EKC. Temuan ini menyiratkan pentingnya pengembangan kapasitas teknologi dan institusi di negara-negara berkembang agar pertumbuhan ekonomi tidak membawa biaya lingkungan yang permanen.

Sementara itu, Liu et al. (2023) yang fokus pada China menegaskan validitas hipotesis EKC dalam konteks provinsi-provinsi di negara tersebut. Studi ini menggunakan pendekatan NARDL (*Nonlinear Autoregressive Distributed Lag*) dan menemukan bahwa seiring peningkatan pendapatan per kapita, terjadi pergeseran ke arah investasi dalam teknologi bersih yang berdampak pada penurunan emisi karbon dalam jangka panjang.

Ketiga studi tersebut mengonfirmasi bahwa hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan emisi karbon sangat bergantung pada tahapan pembangunan, struktur energi, serta kesiapan institusional negara. Validitas EKC bukanlah temuan universal, melainkan sangat kontekstual. Negara-negara transisi seperti

aji oleh Wencong menunjukkan kecenderungan berbeda dibanding negara dengan pendapatan menengah dan institusi lebih mapan seperti



dalam studi Sultana dan Liu. Faktor institusional, efisiensi energi, dan penerapan teknologi hijau menjadi determinan utama dalam membalik arah kurva EKC ke arah penurunan emisi seiring pertumbuhan ekonomi.

Terakhir, studi Liu et al. (2024) menggunakan pendekatan *Logarithmic Mean Divisia Index* (LMDI) dan *threshold regression* untuk menganalisis determinan emisi karbon di China dari tahun 2006 hingga 2020. Salah satu faktor utama yang dievaluasi dalam dekomposisi emisi karbon adalah intensitas energi, yang didefinisikan sebagai konsumsi energi per unit *output* ekonomi. Hasil temuan mereka menyoroti bahwa penurunan intensitas energi merupakan kekuatan utama dalam menekan pertumbuhan emisi karbon selama periode studi.

Secara kuantitatif, efek intensitas energi menunjukkan kontribusi negatif terhadap emisi karbon, artinya semakin efisien penggunaan energi dalam proses produksi, semakin rendah tingkat emisi yang dihasilkan. Studi ini membuktikan bahwa banyak provinsi di China berhasil menurunkan emisi karbon melalui efisiensi energi, terutama di sektor industri. Tren ini menjadi salah satu pendorong utama keberhasilan China dalam mengurangi laju pertumbuhan emisinya, terlepas dari peningkatan aktivitas ekonomi yang cukup besar pada periode yang sama.

2.4. Kerangka Pikir Penelitian

Penelitian ini akan mengkaji hubungan antara pajak karbon ($d1$), sistem perdagangan emisi ($d2$), PDB per kapita ($X1$), dan intensitas energi ($X2$) terhadap emisi karbon (Y). Hubungan antara keempat variabel independen dengan emisi karbon dianalisis dalam kerangka teori ekonomi, yang mencakup teori Pigou (1920), teori Coase (1960) yang diperluas oleh Dales (1968), serta teori *Inverted Kuznets Curve* (EKC).



Menurut teori Pigou (1920) emisi karbon merupakan bentuk eksternalitas negatif yang menyebabkan kegagalan pasar. Untuk mengoreksi kegagalan tersebut, pemerintah dapat mengenakan pajak karbon guna menginternalisasi biaya sosial dari emisi karbon. Secara mekanisme, pajak ini meningkatkan biaya produksi barang yang menghasilkan emisi, sehingga menurunkan permintaan, mengurangi *output*, dan akhirnya menekan tingkat emisi karbon. Secara empiris, efektivitas pajak karbon dalam menurunkan emisi telah dibuktikan di berbagai negara seperti China (Liu dan Zhang, 2021; Song, 2023), Jerman, Inggris, Prancis, dan Italia (Mehta dan Derbeneva, 2024).

Di sisi lain, teori Coase (1960) dan disempurnakan oleh Dales (1968) menjadi landasan dari sistem perdagangan emisi atau *emissions trading scheme (ETS)*. Dalam kerangka ini, efisiensi pengurangan emisi dicapai melalui sistem *cap-and-trade*, di mana otoritas menetapkan batas maksimum (*cap*) emisi, lalu menerbitkan izin emisi yang dapat diperdagangkan. Perusahaan dengan biaya mitigasi rendah akan menjual izin kepada perusahaan dengan biaya mitigasi tinggi. Dengan cara ini, total emisi tetap terkendali, namun tercapai secara efisien secara ekonomi. Studi empiris menemukan bahwa *ETS* berperan penting dalam mengurangi emisi karbon di China, baik pada tingkat nasional maupun provinsi (Shen, Tang dan Zeng, 2020; Wu, 2022; Wu, Nie dan Wang, 2023; Liu, Xu dan Lv, 2024; Wang dan Duan, 2025).

Lebih lanjut, penelitian ini juga mempertimbangkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan emisi karbon yang dijelaskan dalam *Environmental Kuznets Curve (EKC)*. Teori EKC menyatakan bahwa hubungan antara PDB per

in emisi karbon berbentuk kurva U-terbalik, di mana pada tahap awal unan, peningkatan pendapatan per kapita akan disertai dengan

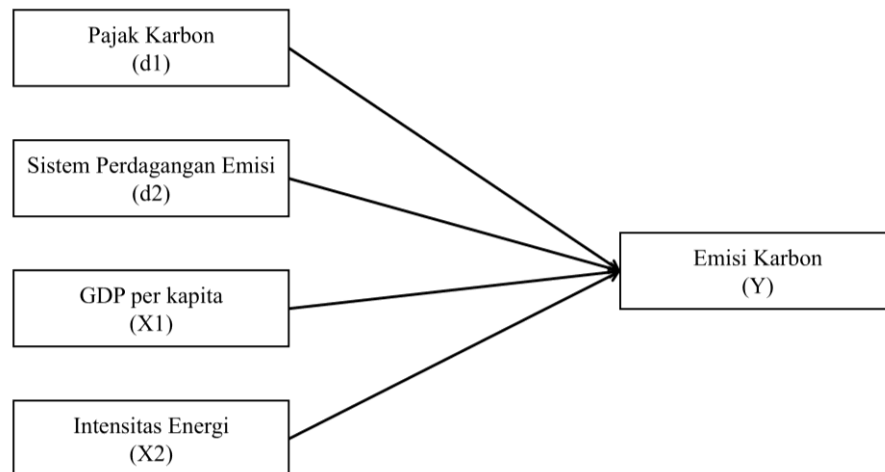


peningkatan emisi karena industrialisasi dan ketergantungan pada energi fosil. Namun, setelah melewati titik pendapatan tertentu (*turning point*), emisi mulai menurun seiring dengan adopsi teknologi bersih, peningkatan kesadaran lingkungan, dan pergeseran struktur ekonomi ke sektor jasa. Teori ini telah diuji dalam berbagai konteks negara. Sultana et al. (2023) dan Liu et al. (2023) mendukung keberlakuan EKC di negara-negara *Next-11* dan China, sementara Wencong et al. (2023) justru menemukan pola kurva U di negara transisi, menandakan bahwa hubungan ini tidak universal dan sangat kontekstual.

Selain itu, intensitas energi, yang didefinisikan sebagai konsumsi energi per unit *output* ekonomi, juga menjadi determinan penting dalam menjelaskan tingkat emisi karbon. Penurunan intensitas energi mencerminkan efisiensi dalam penggunaan energi dan berkontribusi langsung terhadap pengurangan emisi. Studi Liu et al. (2024) menunjukkan bahwa intensitas energi memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap emisi karbon, dengan kontribusi penurunan sebesar -3,71 miliar ton CO₂ di China selama periode 2006–2020. Temuan ini menunjukkan bahwa efisiensi energi tidak hanya penting dalam kerangka keberlanjutan, tetapi juga merupakan elemen struktural yang dapat memperkuat efektivitas kebijakan berbasis pasar seperti pajak karbon dan *ETS*.

Berdasarkan keseluruhan teori dan temuan empiris di atas, maka penelitian ini mengintegrasikan kebijakan pajak karbon, sistem perdagangan emisi, PDB per kapita, dan intensitas energi dalam menjelaskan dinamika emisi karbon yang digrafiskan dalam kerangka pikir penelitian pada Gambar 2.1.





Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penelitian

2.5. Hipotesis

1. Diduga pajak karbon berpengaruh negatif terhadap emisi karbon di lima negara Asia
2. Diduga sistem perdagangan emisi berpengaruh negatif terhadap emisi karbon di lima negara Asia
3. Diduga PDB per kapita berpengaruh positif terhadap emisi karbon di lima negara Asia
4. Diduga intensitas energi berpengaruh positif terhadap emisi karbon di lima negara Asia

