

**PERAN INOVASI TEKNOLOGI EBT DALAM
MENGUJI HIPOTESIS EKC DI TIGA NEGARA
G20**



SKRIPSI

**Diajukan untuk
memenuhi sebagian syarat memperoleh
gelar Sarjana Ekonomi**

**Oleh:
Yohanes Mikha Boediarto
6021801025**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM SARJANA EKONOMI PEMBANGUNAN
Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1759/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018
BANDUNG
2022**

**THE ROLE OF RENEWABLE ENERGY
TECHNOLOGICAL INNOVATION IN TESTING THE
EKC HYPHOTESIS ON THREE G20 COUNTRIES**



UNDERGRADUATE THESIS

Submitted to complete one of the requirements for
Bachelor Degree in Economics

By
Yohanes Mikha Boediarto
6021801025

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ECONOMICS
PROGRAM IN DEVELOPMENT ECONOMICS
Accredited by National Accreditation Agency No. 1759/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018
BANDUNG
2022**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM SARJANA EKONOMI PEMBANGUNAN**



PERSETUJUAN SKRIPSI

**PERAN INOVASI TEKNOLOGI EBT DALAM MENGUJI
HIPOTESIS EKC DI TIGA NEGARA G20**

Oleh:

Yohanes Mikha Boediarso

Bandung, Februari, 2022

Ketua Program Studi Sarjana Ekonomi Pembangunan,

Ivantia S. Mokoginta, Ph.D.

Pembimbing,

Siwi Nugraheni, Dra., M.Env.

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Yohanes Mikha Boediarto
Tempat, tanggal lahir : Tangerang, 20 September 1999
NPM : 6021801025
Program Studi : Sarjana Ekonomi Pembangunan
Jenis naskah : Skripsi

JUDUL

PERAN INOVASI TEKNOLOGI EBT DALAM MENGUJI HIPOTESIS EKC DI
TIGA NEGARA G20

Pembimbing : Siwi Nugraheni, Dra., M.Env.

MENYATAKAN

Adalah benar-benar karya tulis saya sendiri:

1. Apapun yang tertuang sebagai bagian atau seluruh isi karya tulis saya tersebut di atas dan merupakan karya orang lain (termasuk tapi tidak terbatas pada buku, makalah, surat kabar, internet, materi perkuliahan, karya tulis mahasiswa lain), telah dengan selayaknya saya kutip, sadur atau tafsir dan jelas telah saya ungkap dan tandai
2. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat (*plagiarism*) merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat merupakan peniadaan pengakuan atas karya ilmiah dan kehilangan hak kesarjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan oleh pihak manapun.

Pasal 25 Ayat (2) UU.No.20 Tahun 2003: Lulusan perguruan tinggi yang karya ilmiahnya digunakan untuk memperoleh gelar akademik, profesi, atau vokasi terbukti merupakan jiplakan, dicabut gelarnya.

Pasal 70: Lulusan yang karya ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan gelar akademik, profesi, atau vokasi sebagai mana dimaksud dalam Pasal 25 Ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 200 juta.

Bandung,

Dinyatakan tanggal: 16 Februari 2022

Pembuat pernyataan:



(Yohanes Mikha Boediarto)

ABSTRAK

Inovasi teknologi pada EBT merupakan sebuah aspek penting yang selama ini masih kurang mendapatkan perhatian dalam melibatkannya sebagai salah satu solusi permasalahan iklim. Dengan menggunakan data tiga negara G20, penelitian ini mencoba menguji hipotesis EKC untuk emisi karbon, serta pengaruh dari variabel inovasi teknologi EBT, pemanfaatan EBT, pendidikan, jumlah penduduk dan kinerja pemerintah terhadap tingkat emisi karbon. Metode penelitian yang digunakan adalah *Panel Least Square*. Hasil penelitian menunjukkan terbuktinya hipotesis EKC pada ketiga negara G20 yaitu Amerika Serikat, Brazil dan Cina. Selain itu penelitian juga menemukan pengaruh signifikan negatif pada variabel inovasi teknologi EBT, pemanfaatan EBT, dan pendidikan. Sementara pengaruh signifikan positif ditunjukkan oleh variabel jumlah penduduk. Dalam penelitian ini variabel kinerja pemerintah tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat emisi karbon karena adanya masalah multikolinearitas dengan variabel pertumbuhan ekonomi. Hal ini menjelaskan pentingnya peran pemerintah untuk menjaga pertumbuhan ekonomi yang ada di negara secara konsisten untuk mencapai titik balik dalam hipotesis EKC.

Kata kunci : Inovasi Teknologi EBT, Pertumbuhan Ekonomi, *Environmental Kuznets Curve*, Amerika Serikat, Brazil & Cina.

ABSTRACT

Technological innovation in RE (RETI) is an important aspect that has not received enough attention to involve it as a solution to climate problems. Using data from three G20 countries, this study tries to test the EKC hypothesis for carbon emissions, as well as the influence of the variables of NRE technology innovation, RE utilization, education, population and government performance on carbon emission levels. The research method used is Panel Least Square. The results showed that the EKC hypothesis was proven in the three G20 countries, namely Brazil, China and United States. In addition, the study also found a significant negative effect on the variables of RETI, RE utilization, and education. While the positive significant effect is shown by the population variable. In this study, the government's performance variable has no significant effect on the level of carbon emissions because of the multicollinearity problem with the variable of economic growth. This explains the importance of the government's role in maintaining consistent economic growth in the country to reach a turning point in the EKC hypothesis.

Key words : *RETI, Economic Growth, Environment Kuznets Curve, United States of America, Brazil & China.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Peran Inovasi Teknologi dalam Menguji Hipotesis EKC di Tiga Negara G20”. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekonomi di Program Sarjana Ekonomi Pembangunan Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak atas dukungan dan doa yang diberikan kepada penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Dengan demikian, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada.

1. Keluarga Boediarto, Papa, Mama dan Mas Niel yang senantiasa mendukung dan mendoakan selama perjalanan kuliah penulis. Terima kasih atas ketulusan dalam mendengarkan dan menyemangati penulis melewati berbagai dinamika kehidupan baru yang dialami penulis selama menjalani perkuliahan.
2. Ibu Siwi nugraheni, Dra., M.Env. selaku dosen pembimbing penulis yang selalu memberikan arahan, motivasi dan waktu untuk berdiskusi terkait penyusunan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Martinus Yuwana Marjuka, M.Si., dan Bapak M. Ishak Somantri, Drs., MSP., sebagai dosen bidang kajian Ekonomi Kawasan dan Lingkungan. Selain itu, kepada seluruh dosen Program Sarjana Ekonomi Pembangunan yang telah memberikan ilmu, didikan dan saran bagi penulis.
4. Ibu Ivantia S. Mokoginta, Ph.D. selaku Ketua Program Sarjana Ekonomi Pembangunan sekaligus dosen wali penulis. Terima kasih atas arahan, bimbingan dan bantuan bagi penulis selama menjalani perkuliahannya.
5. Rekan-rekan anak bimbing Ibu Siwi, Fadel, Rachel, Nisa, dan Luthfi yang telah saling membantu, memberikan semangat dan informasi selama proses bimbingan.
6. Angkatan kebanggaan, angkatan 2018 teruntuk Ferry, Mingshen, Dolin, Samsony, Dwika, Bryan, Enjang, Abi, Mika, Ilham, Rapp, Pace, Sansan, Helena, Fahrhan, Nae, Agith, Cindy, Thesa, Elin, Santi, Sania, Ansela, Shifa, Nadhifa, Alike, Elang, Eko, Revito, Kesu, Rafli, Rafa, Herlando, Thomas, Vincent, Putri, Radha, Kireina, Dom, Faruq dan semua anak Angkatan 2018 yang tidak bisa dicantumkan satu-persatu yang sudah menemani penulis

selama perkuliahan. Terima kasih atas momen-momen kebersamaan dalam perjalanan perkuliahan ini.

7. Pengurus Himpunan Mahasiswa Program Studi Ekonomi Pembangunan Periode 2020 yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih telah menjadi rekan berkarya yang sangat berkesan bagi penulis.
8. Keluarga Besar Ekonomi Pembangunan UNPAR, kepada Kakak-kakak tingkat, Adik-adik tingkat, Tutor, dan Alumni yang juga mewarnai perjalanan kuliah penulis, terima kasih atas segala pelajaran dan pengalaman berharga yang membangun dan membentuk pribadi penulis.
9. Rekan-rekan Santa Ursula BSD yang berjuang bersama di UNPAR dan daerah Bandung, Gio, Aldi, Chika, Sharon, dan Kawe, terima kasih telah selalu ada dan menemani penulis di tengah kesibukan dan dinamika perkuliahan masing-masing.
10. Gerald, Raoul, Axel, Kabe, Aurel, Sandra, dan Brigieth sebagai sahabat-sahabat penulis yang telah menemani dan mendukung penulis dalam menyusun skripsi. Terima kasih atas ketulusan hati menjadi tempat yang selalu ada bagi penulis untuk melepas penat.

Bandung, 21 Januari 2022

Yohanes Mikha Boediarto

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian.....	7
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	8
1.4. Kerangka Pemikiran.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1. Perubahan Iklim	10
2.2. Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim.....	11
2.3. <i>Environmental Kuznets Curve</i>	12
2.4. Inovasi Teknologi	14
2.5. Ekonomi Kelembagaan	15
2.6. Penelitian Terdahulu	17
BAB III METODE DAN OBJEK PENELITIAN	20
3.1. Metode Penelitian	20
3.2. Deskripsi Objek Penelitian.....	21
3.2.1. Amerika Serikat	21
3.2.2. Brazil	22
3.2.3. Cina	23
3.3. Data Penelitian	23
3.3.1. Emisi Karbon	25
3.3.2. Produk Domestik Bruto per Kapita.....	27
3.3.3. Inovasi pada Energi Baru dan Terbarukan.....	29
3.3.4. Pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan	30

3.3.5. Pendidikan.....	32
3.3.6. Jumlah Penduduk	34
3.3.7. Pemerintah	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil Penelitian	39
4.1.1. Model Penelitian	39
4.1.2. Identifikasi Model	40
4.1.2.1. Uji Penentuan Model	41
4.1.3. Uji Asumsi Klasik	41
4.1.4. Hasil Estimasi	44
4.2. Pembahasan.....	46
4.2.1. Keterkaitan antara Pemerintah & Pertumbuhan Ekonomi	49
BAB V PENUTUP.....	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN 1. Uji Chow	1
LAMPIRAN 2. Uji Multikolinearitas	1
LAMPIRAN 3. Uji Heteroskedastisitas Menggunakan Uji Glejser	2
RIWAYAT HIDUP PENULIS	3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bauran Energi Dunia.....	2
Gambar 2. Environmental Kuznets Curve (EKC)	6
Gambar 3. Kerangka Pemikiran.....	9
Gambar 4. Environmental Kuznets Curve	13
Gambar 5. Peta Negara Amerika Serikat	21
Gambar 6. Peta Negara Brazil.....	22
Gambar 7. Peta Negara Cina.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Peringkat Negara G20 pada Pertumbuhan PDB per Kapita tahun 2000-2014 ...	5
Tabel 2. Peringkat Negara G20 pada Total Emisi Karbon tahun 2000-2018	5
Tabel 3. Peringkat Negara G20 pada Total Populasi Penduduk di tahun 2019	7
Tabel 4. Perbandingan antara Strategi Mitigasi dan Adaptasi	12
Tabel 5. Penelitian Terdahulu	17
Tabel 6 . Penjelasan Variabel Penelitian.....	24
Tabel 7. Emisi Karbon dari Pembakaran Bahan Bakar Tahun 2000-2019 (juta ton CO ₂)	26
Tabel 8. Produk Domestik Bruto Per Kapita Tahun 2000-2019 (US\$).....	27
Tabel 9. Inovasi pada Teknologi EBT Tahun 2000-2019 (paten)	29
Tabel 10. Daya yang Dihasilkan EBT Tahun 2000-2019 (TWh)	31
Tabel 11. Penerimaan Pelajar pada Sekolah Sekunder 2000-2019 (persentase kasar)...	33
Tabel 12. Jumlah Penduduk Tahun 2000-2019 (jiwa).....	34
Tabel 13. Indeks Kinerja Pemerintah Tahun 2000-2019 (Indeks, min = 0 , maks = 30)	36
Tabel 14. Hasil Uji Chow	41
Tabel 15. Hasil Uji Multikolinearitas	42
Tabel 16. Hasil Uji Heteroskedastisitas	43
Tabel 17. Hasil Estimasi Akhir Model Penelitian.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

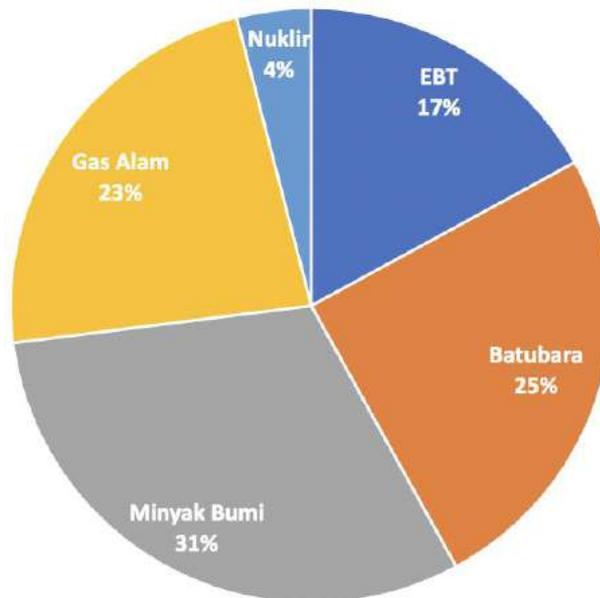
Saat ini dunia sedang menghadapi suatu tantangan global yaitu perubahan iklim. Melalui hasil survei di tahun 2019 yang dilakukan kepada berbagai negara di dunia, hampir separuh masyarakat percaya bahwa peradaban manusia akan punah karena pemanasan global (Smith, 2019). Hal ini menandakan bahwa perubahan iklim merupakan suatu fenomena yang diakui dan dipercaya sebagai kenyataan.

Peningkatan suhu atau pemanasan global yang terjadi di dunia akibat efek rumah kaca menyebabkan berbagai dampak. Suhu global yang menghangat kemudian mengubah iklim bumi seperti curah hujan, kekeringan, banjir, energi panas bumi, dan sebagainya. Salah satu dampaknya adalah perpanjangan masa tanam. Fenomena ini berimplikasi pada penurunan produktivitas dan peningkatan kekeringan di berbagai daerah yang memicu terjadinya bencana alam seperti kebakaran hutan (Walsh et al., 2014). Hal ini membahayakan seluruh entitas yang hidup di bumi, mulai dari manusia dan hewan hingga degradasi lingkungan (Riedy, 2016). Kenaikan suhu juga menjadi penyebab utama mencairnya gletser dan lapisan es yang mengakibatkan naiknya permukaan air laut. Pada abad ke-20 permukaan air laut meningkat dari rata-rata 1,7 milimeter per tahun menjadi 3 milimeter per tahun (Gornitz, 2013). Kenaikan permukaan air laut tersebut menjelaskan ancaman yang sebenarnya, bahwa hampir 40 persen penduduk dunia terancam kehilangan tempat tinggal akibat meningginya permukaan air laut (United Nations, 2020).

Oleh karena berbagai realita iklim di atas berpotensi merugikan aktivitas manusia maka menjadi penting bagi dunia untuk segera menemukan solusi atas permasalahan iklim tersebut. Salah satu langkah yang selama ini dipercaya dapat menjadi solusi adalah melalui transisi energi ke sumber energi yang lebih bersih atau energi baru dan terbarukan (EBT). EBT dipercaya sebagai masa depan dari energi karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) yang merupakan penyebab utama terjadinya perubahan iklim (Sadorsky, 2014). Atas dasar inilah, penggunaan EBT dalam skala yang besar mampu meningkatkan ketahanan energi dan membantu peradaban manusia dalam menyikapi perubahan iklim (Irandoost, 2016). Namun kenyataannya, bauran energi dunia masih

didominasi oleh bahan bakar fosil, dan proporsi EBT masih sangat minim, seperti diperlihatkan oleh Gambar 1. berikut :

Gambar 1. Bauran Energi Dunia



Sumber : *Our World in Data* (2019)

Salah satu penyebab rendahnya peran EBT dalam bauran energi adalah kebutuhan modal yang relatif lebih besar jika dibandingkan investasi untuk membangun energi berbasis bahan bakar fosil. EBT adalah suatu industri yang membutuhkan modal yang sangat besar untuk mendorong perkembangannya, yang berujung pada harga EBT yang lebih mahal dibanding bahan bakar fosil pada umumnya (Xu & Lin, 2018). Selain itu, efektivitas EBT juga masih belum sebanding dengan bahan bakar fosil, Ini menjadi salah satu karakteristik EBT saat ini yaitu sifatnya yang intermiten dan tidak stabil (Park & Hur, 2018). Kondisi ini membuat saat ini dunia belum memiliki solusi konkret yang dapat benar-benar menyelesaikan permasalahan iklim yang disebabkan oleh emisi GRK dari pembakaran bahan bakar fosil sebagai sumber energi.

Di tengah ketidakpastian dan ketidakmampuan teknologi peradaban manusia saat ini untuk menyelesaikan permasalahan iklim, nyatanya negara-negara dunia sudah mengeluarkan biaya yang sangat besar untuk kebijakan penanganan iklim. Menurut laporan IEA di tahun 2018, biaya subsidi yang dikeluarkan dunia untuk pemakaian EBT yang masih belum efektif ini mencapai nominal 176 miliar dolar AS di tahun 2020. Secara total, pengeluaran negara-negara untuk kebijakan iklim ini ada di kisaran 192-408 miliar dolar AS setiap tahunnya, yang mencakup pengadaan pembangkit listrik EBT, subsidi

dan biaya peluang dari pertumbuhan ekonomi yang seharusnya dapat terjadi (Bohringer, Rutherford, & Tol, 2009). Kondisi ini menunjukkan suatu ironi, jika melihat progres stagnan dunia dalam menemukan solusi yang implementatif.

Oleh karena hambatan dan urgensi yang sebelumnya dijelaskan, dunia membutuhkan suatu langkah konkret yang dapat benar-benar menghadirkan progres dalam penyelesaian masalah iklim. Langkah yang bisa dilakukan oleh berbagai negara atau dunia dalam menyikapi permasalahan ini berangkat dari permasalahan pada solusi yang ada, yaitu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada pemanfaatan energi baru dan terbarukan, yang dapat dicapai melalui inovasi. Sebabnya inovasi teknologi pada energi baru dan terbarukan adalah sebuah langkah penting untuk mencapai konservasi energi dan pengurangan emisi karbon. Dalam energi baru dan terbarukan, inovasi teknologi akan meningkatkan aspek teknis dari pembangkit energi ramah lingkungan tersebut dan menghasilkan energi bersih dengan harga yang lebih terjangkau. Nyatanya, inovasi teknologi pada energi baru dan terbarukan juga mampu secara efektif meningkatkan kapasitas pasokan energi baru dan terbarukan untuk memenuhi permintaan energi secara umum dan mengubah struktur energi sebuah negara (Chen and Lei, 2018). Seperti yang kita ketahui, energi baru dan terbarukan dipercaya sebagai masa depan sektor energi karena dalam pemanfaatannya tidak menghasilkan emisi karbon (Sadorsky, 2014), oleh karena itu transisi energi secara keseluruhan dapat meningkatkan ketahanan energi sekaligus memitigasi perubahan iklim (Irandoost, 2016). Sehingga pada dasarnya, inovasi teknologi pada energi baru dan terbarukan dapat dimaknai sebagai langkah yang hemat biaya dalam mencapai tingkat karbon yang diekspektasikan pada dinamika masyarakat masa depan secara umum (Bayer et al., 2013).

Meskipun demikian pelibatan inovasi teknologi pada energi baru dan terbarukan dalam menurunkan emisi karbon masih belum mendapatkan atensi khusus. Penelitian-penelitian terkait penurunan emisi karbon sebagian besar membahas hubungan antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, atau tingkat urbanisasi. Selain itu, pembahasan energi baru dan terbarukan dalam menurunkan emisi karbon masih berfokus pada perkembangan industri tersebut tanpa melibatkan peran inovasi teknologi di dalamnya. Hal ini terjadi karena sejatinya, inovasi teknologi pada energi baru dan terbarukan tidak secara langsung berdampak dalam turunnya tingkat emisi karbon (Lin & Zhu, 2018). Atas dasar itulah, dalam penelitian ini solusi sebenarnya yang diusulkan dalam menurunkan emisi karbon di tengah inefisiensi dan inefektivitas pembangkit energi

ramah lingkungan adalah melalui inovasi teknologi atau penelitian dan pengembangan dari energi baru dan terbarukan itu sendiri.

Pemaparan terkait inovasi teknologi di atas, pada akhirnya berkaitan dengan aspek pendidikan yang menjadi hal yang mendasar bagi setiap negara dan dapat berguna untuk mendorong hadirnya inovasi-inovasi baru. Dalam konteks ini pada aspek teknologi energi baru dan terbarukan. Dalam realita, pendidikan juga justru memiliki peran penting untuk membantu manusia melakukan langkah adaptasi dan mitigasi atas ancaman perubahan iklim (Anderson, 2010). Pendidikan memegang peran penting untuk meningkatkan ketahanan masyarakat dalam menghadapi berbagai fenomena perubahan iklim.

Pada akhirnya pembahasan terkait inovasi teknologi EBT dan hubungannya dengan aspek pendidikan memiliki keterkaitan yang erat dengan bagaimana peran pemerintah memfasilitasi upaya tersebut. Dalam pembahasan penanganan perubahan iklim, Samuelson (1976) menjelaskan bahwa hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan lingkungan melalui perlindungan hutan dan sumber dayanya dapat terjadi karena pengelolaan kebijakan yang baik oleh para pejabat publik. Beliau juga menjelaskan pentingnya peran institusi yaitu pemerintah dalam pengelolaan sumber daya tersebut. Oleh karena hal ini, menjadi penting untuk melihat bagaimana performa pemerintah dalam mengimplementasikan kebijakan penanganan perubahan iklim berpengaruh terhadap penurunan emisi karbon.

Berbicara terkait perumusan solusi permasalahan perubahan iklim yang merupakan masalah global, diperlukan keterlibatan berbagai negara yang memegang peran penting dalam panggung dunia. *Group of Twenty (G20)* merupakan sebuah asosiasi antar negara untuk membicarakan solusi permasalahan ekonomi global. Berdasarkan Tabel 1 & 2, negara-negara anggota G20 yang memiliki pertumbuhan ekonomi yang besar cenderung memiliki pengaruh yang besar juga pada degradasi lingkungan, dalam konteks ini sebagai penghasil emisi karbon. Hal ini tentunya dapat terjadi karena energi adalah mesin penggerak utama dari roda perekonomian (Akpan & Akpan, 2012), dan karena energi fosil masih mendominasi bauran energi global, perekonomian yang maju dan ekspansif tentu saja akan mengambil andil yang besar dalam tingkat degradasi lingkungan yang terjadi.

Tabel 1. Peringkat Negara G20 pada Pertumbuhan PDB per Kapita tahun 2000-2014

<i>Rank</i>	<i>Countries</i>	<i>GDP per Capita Growth (2000-2019) on percentage %</i>
1	China	168,3738207
2	India	100,4170443
3	Indonesia	77,99834749
4	Russia	75,52418552
5	Korea Rep	71,49704398
6	Turkey	68,31868536
7	Canada	32,0987575
8	Australia	28,39272596
9	Brazil	27,86702517
10	EU	27,22266189

Sumber : World Bank

Tabel 2. Peringkat Negara G20 pada Total Emisi Karbon tahun 2000-2018

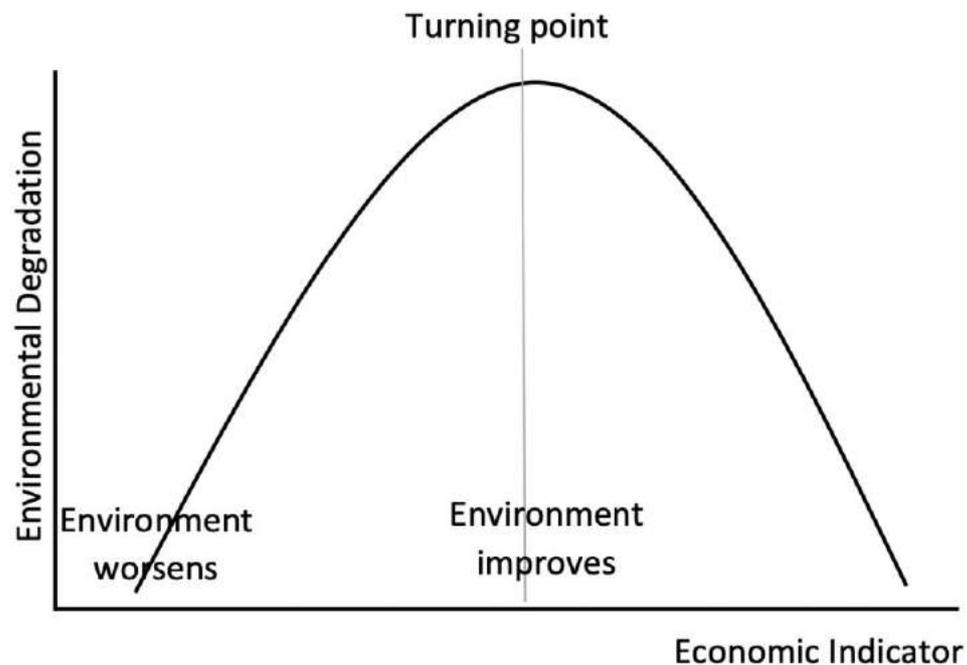
<i>Rank</i>	<i>Countries</i>	<i>Total Emissions (2000-2018) in million tonnes of CO2</i>
1	China	130765,78
2	United States	100820,55
3	EU	68257,53
4	Russia	28975,73
5	India	28571,45
6	Japan	22044,86
7	Germany	14534,81
8	Canada	10166,32
9	Korea Rep	9816,40
10	United Kingdom	8909,76

Sumber : IEA (2020)

Selanjutnya hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan lingkungan tersebut dalam penelitian ini akan dijelaskan melalui hipotesis *Environmental Kuznets Curve*

(EKC). Hipotesis EKC menunjukkan hubungan antara degradasi lingkungan dan indikator ekonomi dalam pola yang berbentuk huruf U terbalik. Perhatikan Gambar 2.

Gambar 2. Environmental Kuznets Curve (EKC)



Berdasarkan hipotesis ini, banyak peneliti yang telah mengeksplorasi apakah teori ini terbukti di berbagai negara, tingkat waktu yang berbeda dengan menggunakan metode ekonometrika yang berbeda (Lin dan Zhu, 2017; Kaika dan Zervas, 2013; Ahmad et al., 2017; Apergis, 2016). Namun masih belum banyak literatur yang menjelaskan bagaimana pengaruh inovasi teknologi pada energi baru & terbarukan untuk melihat pengaruhnya terhadap penurunan emisi karbon.

Selain itu jika mengacu pada Tabel 3. negara-negara anggota G20 yang memiliki populasi penduduk tinggi juga berada pada daftar negara G20 dengan rata-rata emisi tertinggi. Fakta ini menjelaskan hubungan antara populasi penduduk dan emisi karbon yang dijelaskan secara lebih lanjut oleh Shi (2001), bahwa pertumbuhan penduduk sebuah negara merupakan salah satu faktor pendorong utama dalam meningkatkan emisi karbon global.

Tabel 3. Peringkat Negara G20 pada Total Populasi Penduduk di tahun 2019

<i>Rank</i>	<i>Countries</i>	<i>Population in 2019</i>
1	China	1397715000
2	India	1366417756
3	EU	447196538
4	United States	328329953
5	Indonesia	270625567
6	Brazil	211049519
7	Russia	144406261
8	Mexico	127575529
9	Japan	126264931
10	Turkey	83429607

Sumber : World Bank

Oleh karena hipotesis dan fakta-fakta di atas, dalam penelitian ini ditunjuk 3 negara G20 yang kiranya memiliki karakteristik potensi ekonomi dan tingkat populasi penduduk seperti Indonesia, yaitu: Amerika Serikat, Brazil dan Cina sebagai objek pada penelitian ini. Selanjutnya berbagai variabel pada model dalam penelitian ini akan dilakukan terhadap ketiga negara tersebut untuk dapat dilihat hasil estimasi yang kiranya dapat berguna sebagai acuan bagi pengambil kebijakan di Indonesia ke depannya.

1.2. Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian

Perubahan iklim merupakan permasalahan global yang nyata dan sudah terlihat dampaknya bagi kehidupan manusia. Namun, transisi energi dari bahan bakar fosil kepada energi ramah lingkungan yang selama ini dipercaya sebagai solusi, nyatanya masih memiliki banyak hambatan seperti inefisiensi dan inefektivitas yang membuatnya tidak lebih baik dan murah dari bahan bakar fosil. Solusi yang sebenarnya patut dipertimbangkan adalah inovasi teknologi pada energi baru dan terbarukan untuk mendorong efektivitas dan efisiensi pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Dalam praktiknya inovasi teknologi pada energi baru dan terbarukan akan bersinggungan dengan aspek pendidikan dan peran pemerintah sebagai fasilitator. Dalam membicarakan solusi permasalahan iklim ini, penelitian dilakukan pada tiga negara G20 dengan jumlah penduduk yang tinggi dan potensi ekonomi yang besar sebagai acuan Indonesia yaitu

Negara Brazil, China dan Amerika Serikat. Penelitian ini akan menguji pertumbuhan ekonomi dan hubungannya dengan indikator lingkungan pada tiga negara tersebut yang berdasar pada hipotesis EKC, sekaligus melengkapi model EKC yang sudah ada dengan memasukan beberapa variabel yang sesuai dengan konteks pembahasan penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menjawab beberapa pertanyaan, yaitu:

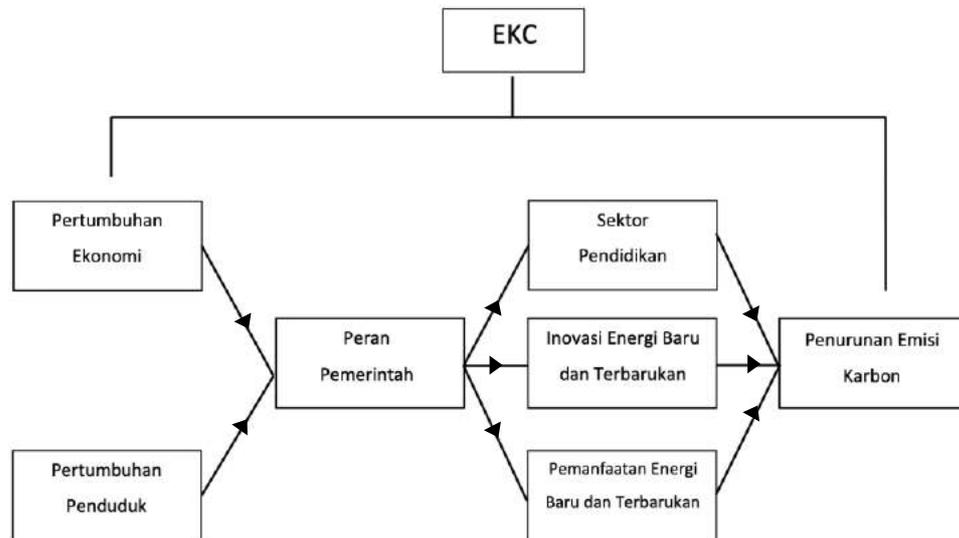
1. Apakah hipotesis *Environmental Kuznets Curve* untuk emisi karbon dapat terbukti di Negara Amerika Serikat, Brazil dan Cina?
2. Bagaimana pengaruh variabel jumlah penduduk, pendidikan, pemanfaatan EBT dan inovasi EBT terhadap emisi karbon di Negara Amerika Serikat, Brazil, dan Cina?
3. Bagaimana pengaruh variabel peran pemerintah terhadap emisi karbon di Negara Amerika Serikat, Brazil dan Cina serta upaya apa yang patut menjadi fokus pemerintah Indonesia menggunakan contoh dari negara acuan tersebut untuk menyelesaikan permasalahan iklim?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji hipotesis *Environmental Kuznets Curve* dengan menggunakan indikator ekonomi yaitu Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita dan emisi karbon sebagai indikator dari kualitas lingkungan pada 3 negara acuan Indonesia yaitu Brazil, China dan Amerika Serikat tahun 2000-2019. Selanjutnya penelitian ini juga dilakukan untuk menemukan pengaruh jumlah penduduk, aspek pendidikan, pemanfaatan EBT dan inovasi teknologi pada EBT terhadap emisi karbon. Selain itu pada penelitian ini akan diteliti lebih lanjut bagaimana pengaruh peran pemerintah terhadap emisi karbon, dan memberikan rekomendasi kebijakan yang perlu menjadi fokus pemerintah untuk menyelesaikan permasalahan iklim. Oleh karena itu penelitian ini dapat melengkapi penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya dengan penambahan beberapa variabel dan dapat berguna sebagai referensi pemerintah dalam implementasi kebijakan penanganan perubahan iklim ke depannya.

1.4. Kerangka Pemikiran

Gambar 3. Kerangka Pemikiran



Hipotesis EKC berbicara terkait hubungan antara indikator ekonomi dan lingkungan, dalam penelitian ini indikator yang digunakan adalah pertumbuhan ekonomi melalui variabel PDB per kapita dan tingkat emisi karbon. Penelitian ini akan melihat kelengkapan skema hipotesis tersebut dengan melibatkan beberapa variabel yang keterlibatannya adalah sebagai berikut. Menurut pemahaman yang ada, seiring dengan berkembangnya ekonomi, kerusakan lingkungan akan meningkat. Hal ini juga sejalan dengan pertumbuhan penduduk, yang juga secara langsung terlibat dalam meningkatkan degradasi lingkungan melalui penghasilan emisi karbon. Oleh karena itu dalam menyikapi kedua hal ini, diperlukan pemerintah yang dapat memanfaatkan kedua hal tersebut menjadi sebuah langkah yang justru dapat menurunkan degradasi lingkungan dan menggenapkan hipotesis yang ada. Langkah yang diasumsikan tepat diambil oleh pemerintah dalam menurunkan tingkat degradasi lingkungan adalah melalui mendorong majunya sektor pendidikan, inovasi teknologi pada energi baru dan terbarukan serta pemanfaatan dari energi baru dan terbarukan itu sendiri. Hingga pada akhirnya, melalui fasilitas pemerintah yang mendorong ketiga langkah tersebut, penurunan emisi karbon dapat terjadi dan hipotesis EKC dapat terbukti.

