



JALUR ALTERNATIF PERTUMBUHAN EKONOMI DAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN : STUDI PENGARUH PENERAPAN EKONOMI SIRKULAR DI PULAU SUMATERA

ABSTRACT

The economic recovery after the SARS – Cov – 2 virus pandemic, which has contracted the performance of the Indonesian economy in general and Sumatra Island in particular, could be seen as a starting point for adopting alternative patterns and paradigms in economic growth and sustainable development through the implementation of circular economy. This study aims to ascertain the existence of circular economy activity on Sumatra Island and its effect on short-term economic recovery and long-term sustainable development. Using panel data of combined ten cross-sectional dimensions of the provinces on Sumatra Island and time series dimensions in the period 2012 – 2019, this study will estimate four models that show the effect of implementing a circular economy on economic growth and three aspects of sustainable development. By using panel data regression analysis, the results of this study indicate that circular economy is able to become an alternative strategy to pursue economic growth through the dimensions of resource efficiency. Sustainable development in the aspect of environmental objectives can be achieved from the implementation of circular economy in the dimensions of resource efficiency, waste disposal, and waste management; sustainable development in the aspect of economic objectives can be achieved from the implementation of circular economy in the dimensions of waste disposal and waste management; whereas sustainable development in the aspect of social objectives can be achieved from the implementation of circular economy in the dimension of waste disposal.

Keywords : Circular Economy; Economic Growth; Sustainable Development.

I. PENDAHULUAN

Pulau Sumatera terdiri atas sepuluh provinsi yang memiliki karakteristik berbeda dalam berbagai aspek. Dari aspek ekonomi misalnya, dapat dipetakan bahwa provinsi – provinsi di Pulau Sumatera memiliki kapasitas ekonomi yang berbeda, tercermin dari indikator Produk Domestik Regional Bruto Riil (PDRB Riil). Data pertumbuhan ekonomi regional menunjukkan bahwa sepanjang tahun 2017 – 2019, secara rata – rata pertumbuhan ekonomi Pulau Sumatera berada pada angka 4,47% per – tahun. Apabila dirinci lebih detail, dari sepuluh provinsi yang ada di Pulau Sumatera, tampak bahwa pertumbuhan ekonomi tertinggi dialami oleh provinsi Sumatera Selatan dengan rata – rata sebesar 5,75% per – tahun sepanjang tahun 2017 – 2019, sementara pertumbuhan ekonomi terendah dialami oleh provinsi Riau dengan rata – rata sebesar 2,62% per – tahun sepanjang tahun 2017 – 2019 (Slorach et al., 2019)(Badan Pusat Statistik, 2020a).

Kondisi tersebut terbilang cukup mencolok, mengingat bahwa perekonomian Provinsi Sumatera Selatan dan Provinsi Riau ditopang oleh sektor ekonomi yang serupa, yaitu sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan; sektor pertambangan dan penggalian serta sektor industri pengolahan (Badan Pusat Statistik, 2020a). Kondisi riil tersebut menunjukkan adanya disparitas yang mencolok antarprovinsi dalam mengelola sumber daya ekonomi regionalnya.

Tidak hanya dalam aspek ekonomi, disparitas antarprovinsi di Pulau Sumatera juga terjadi dalam aspek sosial dan kependudukan, terkhusus dalam kondisi lingkungan hidup. Data Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) mengkonfirmasi adanya perbedaan pada kualitas lingkungan hidup pada provinsi – provinsi di Pulau Sumatera. Secara rata – rata, data IKLH dalam rentang tahun 2012 – 2019 menunjukkan bahwa Provinsi Aceh memiliki nilai rata – rata IKLH tertinggi sebesar 74,8675 sementara nilai rata – rata IKLH terendah di Pulau Sumatera dialami oleh Provinsi Lampung sebesar 57,925 (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019).

Kondisi tersebut kembali mengkonfirmasi adanya disparitas yang cukup mencolok antarprovinsi di Pulau Sumatera. Nilai IKLH yang merupakan gabungan dari nilai Indeks Kualitas Air (IKA), Indeks Kualitas Udara (IKU), dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL) menunjukkan bahwa ada kecenderungan perbedaan letak geografis semakin memperbesar *gap* kualitas lingkungan hidup antarprovinsi yang berada dalam satu pulau yang sama.

Pemaparan mengenai disparitas dalam konteks ekonomi dan sosial di Pulau Sumatera penting untuk dipetakan, pasalnya tren pada topik – topik riset dekade ini tidak hanya berfokus pada pertumbuhan ekonomi, melainkan juga sosial dan lingkungan hidup. Teori ekonomi konvensional seringkali berfokus pada pertumbuhan ekonomi sebagai pertumbuhan pada PDB suatu negara. Model pertumbuhan ekonomi Harrod – Domar misalnya, menunjukkan bahwa pertumbuhan PDB ditentukan secara serentak oleh rasio tabungan bersih dan rasio output – kapital suatu negara (Todaro & Smith, 2020). Di sisi lain, penggunaan PDB sebagai indikator kesejahteraan ekonomi semakin dipertanyakan. Terlepas dari peran PDB dalam mengukur performa ekonomi suatu

negara, indikator ini tidak mampu menangkap masalah sosial dan lingkungan yang kemungkinan berdampak pada kerugian finansial di suatu perekonomian (Kurniawan & Managi, 2018). Kondisi ini mengisyaratkan bahwa teori ekonomi konvensional belum mampu menjelaskan kinerja ekonomi secara komprehensif.

Melihat kenyataan tersebut, saat ini telah banyak riset yang mulai berfokus pada indikator yang lebih komprehensif dalam menjelaskan kondisi perekonomian suatu negara yang tidak hanya bersentral pada aspek ekonomi. Konsep pembangunan berkelanjutan kemudian muncul sebagai isu penting yang mendapat perhatian. Konsep pembangunan berkelanjutan dapat dipahami dalam tiga elemen utama, yaitu pembangunan sosial dan ekonomi yang memperhatikan lingkungan; redistribusi sumber daya untuk menjamin kualitas hidup orang banyak, dan penggunaan sumber daya dalam jangka panjang untuk generasi selanjutnya (Klarin, 2018).

Konsep pembangunan berkelanjutan sangat erat kaitannya dengan masalah lingkungan. Dalam konsep ini, pertumbuhan ekonomi tetap perlu dijaga dengan mempertimbangkan aspek ekologi dan sosial di dalamnya. Untuk itu, diperlukan konsep baru dalam memahami pertumbuhan ekonomi yang sejalan dengan pembangunan berkelanjutan. Melihat urgensi tersebut, konsep pertumbuhan ekonomi hijau atau *green growth* mulai menjadi fokus dalam mengejar pembangunan berkelanjutan. Pertumbuhan ekonomi hijau merupakan upaya untuk membuat proses pertumbuhan ekonomi berjalan dengan penggunaan sumber daya yang lebih efisien, lebih bersih, dan resilien tanpa memperlambat laju pertumbuhan ekonomi (Hallegatte et al., 2012).

Upaya mencapai pembangunan berkelanjutan melalui pertumbuhan ekonomi hijau dikaji dalam satu disiplin ekonomi hijau. Proses pertumbuhan ekonomi hijau yang sejalan dengan pembangunan berkelanjutan dapat dicapai melalui penerapan ekonomi sirkular. Ekonomi sirkular merupakan ekonomi yang dibangun dalam sistem produksi – konsumsi yang memaksimalkan penggunaan output dari sistem produksi dan konsumsi energi linier (Korhonen et al., 2018). Ekonomi sirkular didasari pada pendekatan integratif yang memperhitungkan faktor – faktor yang relevan untuk bergeser dari model pertumbuhan ekonomi klasik yang linier (Androniceanu et al., 2021). Ekonomi sirkular dapat dipahami sebagai suatu model alternatif yang akan mendorong produsen untuk menemukan solusi inovatif dalam mengurangi produksi limbah serta sejalan dengan produksi hijau dan penggunaan sumber daya yang efisien (Stankevičienė et al., 2020).

Perubahan paradigma pertumbuhan ekonomi konvensional menuju pembangunan berkelanjutan menunjukkan adanya *gap* dalam tataran teori dan praktikal. Penelitian ini akan berfokus untuk menganalisis keberadaan aktivitas ekonomi sirkular di Pulau Sumatera serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan. Topik ini memiliki relevansi yang tepat dengan kondisi perekonomian saat ini. Pandemi virus SARS – Cov – 2 telah mengkontraksi kinerja perekonomian Indonesia secara umum dan Pulau Sumatera secara

khusus. Penulis menilai upaya pemulihan ekonomi dari dampak pandemi merupakan sebuah *starting point* untuk mengadopsi pola dan paradigma alternatif dalam pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan melalui penerapan ekonomi sirkular di Pulau Sumatera. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonfirmasi keberadaan aktivitas ekonomi sirkular di Pulau Sumatera serta pengaruhnya terhadap pemulihan ekonomi jangka pendek dan pembangunan berkelanjutan dalam jangka panjang di Pulau Sumatera.

Dengan menggunakan beberapa indikator kunci ekonomi sirkular yang diolah melalui analisis statistik deskriptif dan regresi data panel, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kegiatan ekonomi sirkular telah terjadi di Pulau Sumatera serta berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menawarkan saran dan rekomendasi aplikatif bagi pemangku kebijakan dalam upaya pemulihan ekonomi nasional sekaligus mendorong pembangunan berkelanjutan di Pulau Sumatera.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan Ekonomi dan Pembangunan Berkelanjutan

Secara umum, terdapat beragam paradigma mengenai konsep pertumbuhan ekonomi. Tingkat PDB riil merupakan suatu ukuran kemakmuran perekonomian dan tingkat pertumbuhan PDB riil adalah indikator pertumbuhan suatu perekonomian (Mankiw, 2018). Salah satu model pertumbuhan ekonomi yang menjadikan PDB sebagai ukuran utama adalah model Harrod – Domar. Model pertumbuhan ekonomi Harrod – Domar secara singkat dapat dijelaskan melalui persamaan berikut.

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{s}{c} \quad (1)$$

Di mana $\frac{\Delta Y}{Y}$ menunjukkan tingkat pertumbuhan PDB, s adalah rasio tabungan nasional bersih, dan c adalah rasio kapital – output. Model ini menjelaskan secara spesifik bahwa, tanpa kehadiran pemerintah, pertumbuhan pada pendapatan nasional dipengaruhi secara langsung dan positif oleh s serta secara negatif oleh c (Todaro & Smith, 2020). Lebih jauh lagi, model pertumbuhan ekonomi Solow menunjukkan bahwa perubahan pada kapital (melalui tabungan dan investasi) dan perubahan pada angkatan kerja (melalui pertumbuhan populasi) dapat mempengaruhi output perekonomian (Mankiw, 2016).

Beberapa kajian literatur telah mengkonfirmasi bahwa model pertumbuhan ekonomi Harrod – Domar dan Solow telah keliru karena menganggap perkembangan teknologi sebagai faktor eksogen. Melihat kenyataan tersebut, model pertumbuhan endogen Romer muncul dengan memasukkan faktor teknologi di dalamnya.

$$g - n = \frac{\beta n}{1 - \alpha - \beta} \quad (2)$$

Pada persamaan (2) diketahui g adalah tingkat pertumbuhan output dan n adalah tingkat pertumbuhan populasi. Dalam model pertumbuhan endogen Romer, apabila tidak terjadi perkembangan teknologi, maka nilai $\beta = 0$ dan $g - n = 0$. Akan tetapi, Romer menganggap bahwa akan terjadi perkembangan teknologi dalam perekonomian, sehingga nilai $\beta > 0$ dan nilai $g - n > 0$ (Todaro & Smith, 2020).

Konsep pembangunan berkelanjutan merupakan suatu konsep yang lebih komprehensif ketimbang konsep pertumbuhan ekonomi. Istilah berkelanjutan dapat dipahami sebagai kapasitas untuk mempertahankan entitas, hasil, dan proses tertentu sepanjang waktu (Klarin, 2018). Pembangunan berkelanjutan setidaknya terdiri dari tiga elemen, yaitu pembangunan sosial dan ekonomi yang memperhatikan lingkungan; redistribusi sumber daya untuk menjamin kualitas hidup orang banyak, dan penggunaan sumber daya dalam jangka panjang untuk generasi selanjutnya (Klarin, 2018).

Pembangunan berkelanjutan adalah kondisi yang menjamin *win – win – win solution* antara dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Dari dimensi ekonomi, pembangunan berkelanjutan bisa tampak dari penurunan biaya input, penurunan biaya manajemen limbah, dan penurunan biaya pemeliharaan lingkungan hidup; dari dimensi sosial, pembangunan berkelanjutan tampak dari penerapan konsep *sharing economy* melalui bisnis akomodasi perjalanan dan kamar hotel; sementara dari dimensi lingkungan, pembangunan berkelanjutan tampak dari pengurangan emisi dan limbah dan penggunaan sumber daya berkali – kali dalam proses konsumsi – produksi (Korhonen et al., 2018).

2.2 Ekonomi Hijau dan Ekonomi Sirkular

Model ekonomi konvensional cenderung berpaku pada konsep “ambil – pakai – buang” yang tidak memperhatikan fakta bahwa sumber daya alam jumlahnya terbatas dan kemungkinan terjadi *shortage* karena peningkatan volume ekonomi (Stankevičienė et al., 2020). Ekonomi hijau merupakan disiplin yang berfokus pada tujuan untuk meningkatkan manfaat atas penggunaan material dari biosfer untuk kesejahteraan, meningkatkan lapangan kerja, dan pengurangan kemiskinan (Amato & Korhonen, 2021). Teori ekonomi hijau memformulasikan konsep pembangunan berkelanjutan sebagai proses perubahan ekonomi dan sosial, di mana eksplorasi terhadap sumber daya alam, alokasi investasi, dan perkembangan kelembagaan di masyarakat terkoordinasi satu sama lain untuk memenuhi kebutuhan manusia sekarang dan di masa yang akan datang (Ivlev & Ivleva, 2018).

Berbeda dengan konsep ekonomi hijau, konsep ekonomi sirkular lahir dengan penekanan pada tujuan untuk menutup aliran energi dan material yang tersirkulasi dalam perekonomian (Delchet-Cochet, 2020). Ekonomi sirkular menekankan pada perputaran penggunaan material, energi, dan nutrisi yang ada untuk kepentingan ekonomi (Korhonen et al., 2018). Ekonomi

sirkular juga merujuk kepada istilah yang digunakan untuk proses industri dan model bisnis yang tidak menghasilkan limbah, melainkan menggunakan kembali sumber daya secara berulang (Anbumozhi & Kimura, 2018). Ekonomi sirkular mencakup aktivitas *reuse*, *remanufacturing*, dan *refurbishment* untuk mengurangi permintaan energi dan sumber daya (Korhonen et al., 2018). Lebih jauh lagi, ekonomi sirkular bertujuan untuk mengurangi input dan output dari proses produksi / konsumsi dengan mempertahankan aliran material dan energi selama mungkin (Amato & Korhonen, 2021).

Pengukuran terhadap aktivitas ekonomi sirkular bukanlah sesuatu yang mudah. Setidaknya, beberapa penelitian menegaskan bahwa pengukuran ekonomi sirkular mencakup produktivitas sumber daya, tenaga kerja yang berpartisipasi dalam produksi barang lingkungan, produksi sampah perkotaan, dan manajemen sampah (Busu, 2019; Fatimah et al., 2020). Su et al. (2013) menjelaskan beberapa indikator kunci ekonomi sirkular yang diterapkan di Kota Dalian, China sebagai berikut.

Tabel 1. Indikator Kunci Ekonomi Sirkular

Dimensi	Indikator
Efisiensi Sumber Daya	Konsumsi Energi per - PDB (Batubara, ton/10 ⁴ RMB)
	Konsumsi Energi per - unit Nilai Tambah Industri (Batubara, ton/10 ⁴ RMB)
	Konsumsi Air per - unit Nilai Tambah Industri (ton/10 ⁴ RMB)
	Konsumsi Air per - kapita (m ³ /tahun)
Pembuangan Limbah	Produksi Sampah Perkotaan per - kapita (kg/tahun)
Pengolahan Limbah	Tingkat Pengelolaan Limbah Air Perkotaan (%)
	Tingkat Pembuangan Limbah Padat Perkotaan yang Aman (%)
Reklamasi Limbah	Tingkat Daur Ulang Limbah Air yang Diolah (%)
	Tingkat Reklamasi Limbah Padat Industri (%)

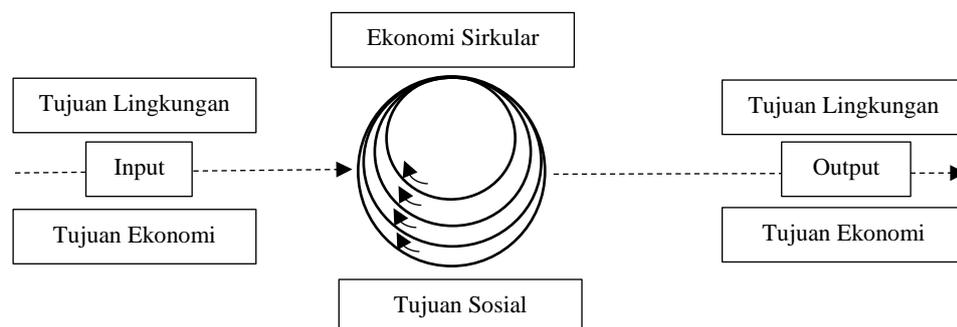
2.3 Peran Ekonomi Sirkular dalam Pertumbuhan Ekonomi dan Pembangunan Berkelanjutan

Konsep ekonomi sirkular tidak hanya mencakup pengelolaan limbah, tetapi juga mensyaratkan adanya penggunaan sumber daya yang lebih efisien. Ekonomi sirkular dapat menjadi solusi untuk mengharmonisasikan tujuan mengejar pertumbuhan ekonomi dan perlindungan terhadap lingkungan (Anbumozhi & Kimura, 2018). Dengan lingkungan yang

terjaga, maka dapat mendorong pertumbuhan ekonomi hijau atau *green growth*. Pertumbuhan ekonomi hijau dapat dipahami sebagai proses untuk membuat pertumbuhan ekonomi berdasarkan pada penggunaan sumber daya yang efisien, lebih bersih, dan resilien tanpa menghambat pertumbuhan ekonomi itu sendiri. Perlindungan terhadap lingkungan akan berdampak langsung terhadap pertumbuhan ekonomi karena lingkungan dipahami sebagai modal alami / *natural capital* yang merupakan input dari produksi dan perlu dijaga ketersediaannya (Hallegatte et al., 2012). Konsep ekonomi sirkular merupakan sebuah konsep produktifitas yang sistematis dengan mengukur efisiensi input dan memperhatikan pertumbuhan ekonomi serta sistem ekologi (Suryahadi & Rishanty, 2020).

Dalam kaitannya dengan pembangunan berkelanjutan, penerapan ekonomi sirkular mempengaruhi aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Korhonen et al., (2018) menjelaskan bahwa penerapan ekonomi sirkular yang sukses akan berkontribusi pada ketiga dimensi pembangunan berkelanjutan. Pada Gambar 1 di bawah ini, Korhonen et al. (2018) memperjelas hubungan bahwa penerapan ekonomi sirkular dapat mempengaruhi aspek – aspek pembangunan berkelanjutan bahkan dari aspek input hingga aspek output.

Gambar 1. Ekonomi Sirkular untuk Pembangunan Berkelanjutan



2.4 Riset Terdahulu

Beberapa studi terdahulu telah melakukan analisis mengenai pengaruh penerapan ekonomi sirkular terhadap pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan. Penelitian Busu (2019), dengan studi kasus pada Uni Eropa menjelaskan bahwa model ekonomi sirkular ditentukan oleh produktifitas sumber daya, tenaga kerja yang dipekerjakan untuk perlindungan lingkungan, tingkat daur ulang sampah perkotaan, dan penggunaan sumber daya terbarukan. Busu (2019), dengan menggunakan alat analisis regresi data panel dan statistik deskriptif koefisien korelasi, mengkonfirmasi bahwa terdapat pengaruh positif dari penerapan model ekonomi sirkular tersebut untuk meningkatkan lapangan pekerjaan, pendapatan perkotaan, dan keuntungan yang diperoleh pengusaha yang memperhatikan aspek lingkungan.

Dalam studi kasus penerapan ekonomi sirkular untuk wilayah Uni Eropa, menggunakan lima variabel independen seperti tingkat pajak lingkungan, tingkat daur ulang sampah, investasi swasta pada ekonomi sirkular, paten yang berkaitan dengan aktivitas daur ulang, dan perdagangan bahan mentah yang dapat didaur ulang serta menggunakan alat analisis regresi data panel, penelitian Hysa et al. (2020) menunjukkan bahwa terdapat hubungan korelasi positif yang kuat antara ekonomi sirkular dan pertumbuhan ekonomi.

Berkaitan dengan pembangunan berkelanjutan, penelitian Androniceanu et al. (2021), dengan studi kasus pada penerapan ekonomi sirkular di negara – negara anggota Uni Eropa, menunjukkan bahwa transisi menuju model ekonomi sirkular memiliki dampak signifikan terhadap pembangunan kualitas manusia dan ekonomi secara berkelanjutan. Dengan menggunakan tiga belas variabel seperti produktifitas sumber daya, produksi sampah perkotaan per kapita, pertumbuhan PDB, Indeks Pembangunan Manusia (IPM), indeks polusi, dan beberapa variabel lainnya serta menggunakan alat analisis *Principal Component Analysis* (PCA), Androniceanu et al. (2021) mengkonfirmasi bahwa terdapat hubungan penting antara ekonomi sirkular dengan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan manusia.

Lebih jauh lagi, apabila konsep pembangunan berkelanjutan dianalisis secara lebih detail, beberapa penelitian mengkonfirmasi adanya pengaruh dari ekonomi sirkular terhadap aspek tujuan lingkungan, ekonomi, dan sosial. Penelitian Majeed & Luni (2020), dengan menggunakan data panel global 131 negara, menemukan bahwa penerapan ekonomi sirkular signifikan mempengaruhi kualitas lingkungan, terutama indikator ekonomi sirkular yang berkaitan dengan inovasi dan kompetisi yang di dalamnya secara umum mencakup mengenai paten akan metode daur ulang limbah. Di lain sisi, hasil penelitian Su et al. (2013) menunjukkan bahwa kesuksesan ekonomi sirkular di China terutama dipengaruhi oleh indikator penggunaan sumber daya yang lebih efisien.

Dari aspek tujuan ekonomi, hasil penelitian Slorach et al. (2019) menjelaskan bahwa peningkatan pada jumlah sampah makanan yang bisa dikumpulkan secara terpisah dengan jenis sampah lainnya akan mengurangi biaya pemungutan sampah per ton. Penelitian De Jaeger et al. (2011) menemukan bahwa upaya pemerintah untuk mengurangi sampah perkotaan tidak berpengaruh terhadap efisiensi penyediaan jasa pemungutan sampah. Lebih jauh lagi, penelitian tersebut menjelaskan bahwa perkotaan yang padat dan memiliki umur populasi yang tua dicirikan dengan biaya pemungutan sampah per unit yang lebih besar. Penelitian Esposito et al. (2015) menjelaskan bahwa dengan mengadopsi ekonomi sirkular, perekonomian global dapat mengeliminasi 100 juta ton limbah material.

Ditinjau dari pembangunan berkelanjutan aspek tujuan sosial, yang menurut Korhonen et al. (2018) dapat dilihat dari penerapan *sharing economy* dalam bisnis akomodasi dan kamar hotel, penelitian Pamfilie et al. (2018) menemukan bahwa penerapan prinsip ekonomi sirkular akan

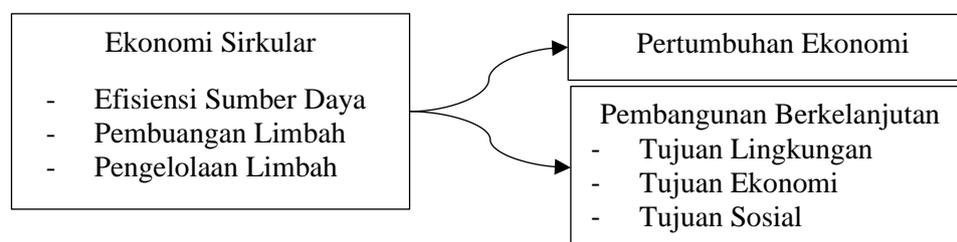
membantu bisnis perhotelan untuk memiliki kerangka pengembangan bisnis yang lebih baik dan mampu memberikan pengalaman berkelanjutan bagi para *stakeholder* karena terdapat upaya untuk mengurangi dampak negatif dari pelaksanaan bisnis terhadap aspek sosial dan lingkungan.

Beberapa kajian mengenai penerapan ekonomi sirkular juga mencakup konteks negara Indonesia. Penelitian Suryahadi & Rishanty (2020), dengan menggunakan tingkat sirkularitas sebagai variabel independen dan alat analisis regresi data panel, menyimpulkan bahwa ekonomi sirkular mempengaruhi produktifitas perusahaan di Indonesia secara positif. Penelitian tersebut juga menjelaskan lebih jauh bahwa terdapat perbedaan antarperusahaan di Indonesia dalam penerapan ekonomi sirkular yang dapat mempengaruhi perbedaan kemampuan resiliensi dari masing – masing perusahaan. Lebih jauh lagi, penelitian Wahyu Adi & Wibowo (2020), dengan menggunakan alat analisis *Important Performance Analysis* (IPA), menunjukkan bahwa kebanyakan praktisi konstruksi di Indonesia telah memahami pentingnya pengolahan limbah konstruksi, namun hanya beberapa perusahaan konstruksi yang secara serius telah melakukan pengolahan terhadap limbah konstruksinya.

2.5 Kerangka Berpikir Konseptual dan Hipotesis

Indikator ekonomi sirkular dalam penelitian ini akan mengacu pada tiga dimensi indikator kunci ekonomi sirkular menurut Su et al. (2013), yaitu efisiensi sumber daya, pembuangan limbah, dan pengelolaan limbah, sementara untuk konsep pembangunan berkelanjutan akan mengacu pada konsep yang dikemukakan oleh Korhonen et al. (2018). Indikator ekonomi sirkular dimensi efisiensi sumber daya dan pembuangan limbah menunjukkan bahwa ketika nilai indikator dalam dimensi tersebut menurun maka terjadi peningkatan aktivitas ekonomi sirkular, sementara itu aktivitas ekonomi sirkular dari dimensi pengelolaan limbah dianggap meningkat apabila terjadi peningkatan pada pengelolaan limbah. Dengan demikian, disusunlah kerangka berpikir konseptual sebagai berikut.

Gambar 2. Kerangka Berpikir Konseptual



Merujuk kepada kerangka berpikir di atas, maka disusunlah enam hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Penggunaan sumber daya yang makin efisien akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan tujuan lingkungan dan sosial.
2. Penggunaan sumber daya yang makin efisien akan meningkatkan efisiensi pada pembangunan berkelanjutan tujuan ekonomi.
3. Pembuangan limbah yang makin meningkat akan menurunkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan tujuan lingkungan dan sosial.
4. Pembuangan limbah yang makin meningkat akan menurunkan efisiensi pada pembangunan berkelanjutan tujuan ekonomi.
5. Pengelolaan limbah yang makin meningkat akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan tujuan lingkungan dan sosial.
6. Pengelolaan limbah yang makin meningkat akan meningkatkan efisiensi pada pembangunan berkelanjutan tujuan ekonomi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Ruang Lingkup Penelitian, Variabel, dan Sumber Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang didesain secara deskriptif dan eksplanatori. Desain deskriptif tampak dari penggambaran kondisi penerapan ekonomi sirkular, pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan di Pulau Sumatera. Desain eksplanatori penelitian ini tampak dari penggunaan alat analisis statistik dan ekonometri dalam melihat hubungan antara variabel dimensi ekonomi sirkular terhadap pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan di Pulau Sumatera.

Dengan alasan ketersediaan data dan penyesuaian konteks dengan data Indonesia, penelitian ini hanya akan menggunakan tiga dimensi ekonomi sirkular menurut Su et al. (2013), yaitu efisiensi sumber daya, pembuangan limbah, dan pengelolaan limbah. Dimensi efisiensi sumber daya akan diproksi dengan variabel rasio antara nilai pemakaian batubara dengan PDRB ADHB dan *Industrial Value Added* (IVA) serta rasio antara nilai air bersih yang disalurkan perusahaan air bersih dengan IVA dan jumlah penduduk; dimensi pembuangan limbah akan diproksi dengan variabel rasio produksi sampah perkotaan dengan penduduk perkotaan; dan dimensi pengelolaan limbah akan diproksi dengan variabel volume sampah terangkut per hari.

Lebih jauh lagi, variabel yang menggambarkan pembangunan berkelanjutan akan merujuk pada penelitian Korhonen et al. (2018). Pembangunan berkelanjutan tujuan lingkungan akan diproksi dengan variabel IKLH; tujuan ekonomi akan diproksi dengan variabel realisasi APBD provinsi untuk pengelolaan lingkungan hidup; dan tujuan sosial akan diproksi dengan variabel Tingkat Penghunian Kamar (TPK).

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berbentuk data panel dan akan mencakup sepuluh provinsi yang ada di Pulau Sumatera dalam rentang waktu tahun 2012 – 2019. Jenis data panel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *unbalanced panel data* dikarenakan integrasi data Sensus Ekonomi (SE) tahun 2016 dan publikasi data tahun 2019 yang belum dirilis mengakibatkan data dari beberapa variabel tidak tersedia secara lengkap. Secara rinci, variabel – variabel yang digunakan dalam penelitian ini tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Rincian Variabel yang Digunakan

No.	Variabel	Satuan	Sumber
1	Nilai Pemakaian Batubara/PDRB ADHB	Miliar Rupiah	Badan Pusat Statistik
2	Nilai Pemakaian Batubara/IVA	Miliar Rupiah	Badan Pusat Statistik
3	Nilai Air Bersih yang Disalurkan Perusahaan Air Bersih/IVA	Miliar Rupiah	Badan Pusat Statistik
4	Nilai Air Bersih yang Disalurkan/Penduduk	Juta Rupiah/Jiwa	Badan Pusat Statistik
5	Produksi Sampah Perkotaan/Penduduk Perkotaan	m ³ /Jiwa	Badan Pusat Statistik
6	Volume Sampah Terangkut	m ³ /Hari	Badan Pusat Statistik
7	PDRB ADHK	Miliar Rupiah	Badan Pusat Statistik
8	IKLH	Poin	Kementerian LHK
9	Realisasi APBD Lingkungan	Juta Rupiah	Badan Pusat Statistik
10	Tingkat Penghunian Kamar	%	Badan Pusat Statistik

3.2 Model dan Teknik Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi data panel, yang menggabungkan sepuluh dimensi *cross section* provinsi – provinsi di Pulau Sumatera dan dimensi *time series* dalam rentang tahun 2012 – 2019. Penelitian ini akan mengestimasi empat model yang menunjukkan pengaruh dari penerapan ekonomi sirkular terhadap pertumbuhan ekonomi dan tiga aspek pembangunan berkelanjutan dengan menggunakan *software* Eviews 10. Semua variabel dalam penelitian ini ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma, sehingga koefisien regresi digambarkan sebagai elastisitas (Chen et al., 2019).

Menurut Batara et al. (2018), terdapat tiga model regresi data panel sebagai berikut.

1. Pendekatan Kuadrat Terkecil (*Pooled Least Square* / PLS)

Model ini mengestimasi data panel dengan metode *Ordinary Least Squared* (OLS) dan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad ; t = 1, \dots, T; i = 1, \dots, N \quad (3)$$

2. Pendekatan Efek Tetap (*Fixed Effect Model / FEM*)

Model ini mengizinkan adanya intersep yang berbeda antarindividu (μ_i) namun intersep antarindividu tidak bervariasi sepanjang waktu. Model FEM dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_n X_{nit} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Di mana,

$$\alpha_i = \alpha + \mu_i \quad ; i = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

3. Pendekatan Efek Acak (*Random Effect Model / REM*)

Model ini memberikan asumsi bahwa efek individu yang tidak terobservasi berkorelasi dengan *regressor* / bersifat acak. Model REM dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1it} + \beta_n X_{nit} + W_{it} \quad (6)$$

Di mana,

$$W_{it} = \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

Tahapan analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan Model Regresi Data Panel

Menurut Batara et al. (2018) penentuan model regresi data panel PLS, FEM, atau REM akan mengacu pada Uji Chow untuk memilih antara PLS atau FEM dan Uji Hausman untuk memilih antara FEM atau REM. Hipotesis yang diajukan untuk Uji Chow adalah sebagai berikut.

H_0 : Model PLS

H_a : Model FEM

Berdasarkan Uji Chow, ketika nilai p – *value* signifikan, maka H_0 ditolak dan model data panel yang digunakan adalah model FEM.

Selanjutnya, hipotesis yang diajukan untuk Uji Hausman adalah sebagai berikut.

H_0 : Model REM

H_a : Model FEM

Berdasarkan Uji Hausman, ketika nilai p – *value* signifikan, maka H_0 ditolak dan model data panel yang digunakan adalah model FEM.

2. Melakukan Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik yang digunakan akan bergantung pada model data panel yang digunakan. Model REM menggunakan metode estimasi *Generalized Least Square* (GLS), sementara model PLS dan FEM menggunakan metode estimasi OLS. Kosmaryati et al. (2019) menjelaskan bahwa salah satu keunggulan metode GLS adalah tidak diperlukannya pemenuhan uji asumsi klasik, sementara untuk model PLS dan FEM tetap perlu memenuhi uji asumsi klasik. Merujuk pada Widarjono (2019), uji asumsi klasik yang akan dilakukan serta kriteria yang digunakan dalam penelitian ini tercantum pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Uji Asumsi Klasik dan Kriteria

Uji Asumsi Klasik	Metode	Kriteria
Multikolinearitas	Korelasi Parsial Antarvariabel Independen	Apabila koefisien korelasi parsial antarvariabel independen > 0,85, maka diduga terjadi masalah multikolinearitas.
Heteroskedastisitas	Park	Apabila variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel residual kuadrat, maka model mengandung masalah heteroskedastisitas.
Autokorelasi	Durbin - Watson	<ul style="list-style-type: none"> - Apabila $0 < d < d_l$, maka terjadi autokorelasi positif. - Apabila $d_l < d < d_u$, maka tidak ada keputusan - Apabila $d_u < d < 4 - d_u$, maka tidak ada autokorelasi - Apabila $4 - d_u < d < 4 - d_l$, maka tidak ada keputusan - Apabila $4 - d_l < d < 4$, maka terjadi autokorelasi negatif

3. Melakukan Uji Kelayakan Model Regresi Data Panel

Mengacu pada Batara et al. (2018) pada tahap ini akan dilakukan uji hipotesis dan uji koefisien determinasi. Uji hipotesis dilakukan melalui Uji F (uji simultan) dan Uji t (uji parsial) untuk menguji signifikansi koefisien regresi dari model data panel yang terbentuk, sementara uji koefisien determinasi (*goodness of fit*) dilakukan untuk mengetahui seberapa besar persentase variabel independen mampu menjelaskan variasi variabel dependen.

IV. HASIL, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Pengukuran terhadap keberadaan aktivitas ekonomi sirkular dapat ditelusuri dari variabel – variabel pada setiap dimensinya. Dalam kaitannya dengan efisiensi sumber daya, aktivitas ekonomi sirkular dikatakan terjadi pada suatu wilayah ketika rasio dari penggunaan sumber daya terhadap PDRB ataupun IVA mengalami penurunan seiring waktu. Dalam kaitannya dengan pembuangan limbah, aktivitas ekonomi sirkular mensyaratkan rasio yang semakin kecil antara produksi sampah perkotaan dengan penduduk perkotaan. Sementara dalam kaitannya dengan pengelolaan limbah, aktivitas ekonomi sirkular mensyaratkan adanya peningkatan pada jumlah sampah / limbah yang dapat dikelola suatu wilayah.

Tabel 4. Statistik Deskriptif Data Amatan

Variabel	Tahun							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nilai Batubara/ PDRB ADHB	0.0013 (0.0018)	0.0012 (0.0016)	0.0012 (0.0013)	0.0010 (0.0012)	-	0.0013 (0.0013)	0.0001 (0.000)	-
Nilai Batubara/ IVA	0.0144 (0.0229)	0.0092 (0.0101)	0.0190 (0.0254)	0.0101 (0.0162)	-	0.0128 (0.0171)	0.0016 (0.004)	-

Variabel	Tahun							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nilai Air Bersih /IVA	9.6662 (5.5918)	6.1389 (4.5795)	8.8488 (6.2355)	10.3881 (8.7473)	- (-)	9.4391 (7.2788)	11.4173 (8.191)	- (-)
Nilai Air Bersih/ Penduduk	0.0400 (0.0530)	0.0434 (0.0695)	0.0501 (0.0749)	0.0508 (0.0712)	- (-)	0.0543 (0.0670)	0.0598 (0.0716)	0.06 (0.07)
Produksi Sampah/ Penduduk	0.0027 (0.0005)	0.0037 (0.0057)	0.0021 (0.0013)	0.0024 (0.0012)	0.0019 (0.0010)	0.0015 (0.0010)	0.001 (0.0006)	0.001 (0.0007)
Volume Sampah Terangkut	1575.3 (1817.2)	1436.7 (1902.4)	966.5 (979.1)	1127.0 (1086.0)	689.5 (453.1)	647.1 (430.9)	586.7 (355.1)	608 (421.3)
PDRB ADHK	172643 (132578)	181114 (137629)	189417 (142553)	196111 (145888)	204498 (151115)	213258 (157126)	222907 (163166)	233058 (170055)
IKLH	61.8 (7.2)	62.1 (6.6)	63.2 (6.2)	67.2 (7.6)	65.8 (5.5)	68.7 (4.5)	69.8 (6.1)	65.4 (5.2)
Realisasi APBD Lingkungan	40860 (78801)	45186 (66088)	40131 (54007)	44424 (73568)	21827 (10650)	36623 (31061)	45603 (38483)	44494 (43368)
TPK	47.8 (4.8)	47.3 (4.3)	48.5 (4.7)	48.5 (4.8)	50.4 (5.5)	51.9 (6.4)	52.3 (7.6)	50.9 (8.5)

Keterangan :

Nilai rata – rata tertampil

Standar deviasi di dalam kurung

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif pada Tabel 4 di atas, diperoleh gambaran mengenai aktivitas ekonomi sirkular, pertumbuhan ekonomi, dan pembangunan berkelanjutan di Pulau Sumatera, yang dijelaskan melalui nilai rata – rata dan standar deviasi. Pada tabel di atas, tampak bahwa setidaknya dalam kurun waktu tahun 2012 – 2018, aktivitas ekonomi sirkular yang diukur dari dimensi efisiensi sumber daya telah terjadi di Pulau Sumatera, hal ini terbukti dengan penurunan pada nilai rata – rata dari rasio nilai pemakaian batubara terhadap PDRB dan IVA secara konsisten. Nilai standar deviasi dari kedua variabel tersebut juga menunjukkan tren penurunan selama rentang tahun tersebut, mengindikasikan penurunan pada perbedaan antarprovinsi dalam dimensi efisiensi sumber daya batubara. Jika dilihat berdasarkan provinsi, sepanjang tahun 2012 – 2018, Provinsi Riau memiliki rata – rata efisiensi penggunaan batubara paling efisien dengan rata – rata sebesar 0,000314756 Miliar Rupiah, sementara Provinsi Sumatera Barat merupakan provinsi dengan efisiensi penggunaan sumber daya yang paling tidak efisien dengan nilai rata – rata sebesar 0,003716031 Miliar Rupiah.

Meskipun secara umum, sepuluh provinsi di Pulau Sumatera menunjukkan perbaikan pada efisiensi penggunaan batubara, namun variabel efisiensi sumber daya yang lain, yaitu rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dengan IVA justru menunjukkan rata – rata yang meningkat. Hal

ini mengindikasikan belum adanya efisiensi penggunaan sumber daya air di Pulau Sumatera. Hasil tersebut juga diikuti dengan peningkatan nilai standar deviasi yang mengindikasikan semakin besarnya perbedaan antarprovinsi dalam hal efisiensi sumber daya air. Rasio nilai air bersih yang disalurkan dengan jumlah penduduk juga menunjukkan kondisi serupa. Apabila dilihat berdasarkan provinsi, sepanjang tahun 2012 – 2018, efisiensi sumber daya air paling buruk terjadi di Provinsi Bengkulu dengan rata – rata sebesar 18,5239 Miliar Rupiah, sementara Provinsi Riau menunjukkan efisiensi penggunaan sumber daya air yang paling efisien dengan rata – rata sebesar 0,7409 Miliar Rupiah.

Dimensi pembuangan limbah, yang diproksi dengan variabel rasio antara produksi sampah perkotaan dengan penduduk perkotaan, menunjukkan adanya aktivitas ekonomi sirkular. Hal ini terbukti dari nilai rata – rata yang menurun secara konsisten sepanjang tahun 2012 – 2019. Akan tetapi, nilai standar deviasi yang kian meningkat menunjukkan adanya peningkatan pada perbedaan dari setiap ibukota provinsi dalam hal produksi sampah. Secara provinsi, tampak bahwa Provinsi Sumatera Selatan, yang beribukota di Kota Palembang, memiliki nilai rata – rata rasio produksi sampah perkotaan dengan penduduk perkotaan paling rendah yakni sebesar 0,00084 m^3 /jiwa. Di sisi lain, Provinsi Bengkulu, yang beribukota di Kota Bengkulu, menunjukkan nilai rata – rata terbesar dalam hal pembuangan limbah yakni sebesar 0,0040 m^3 /jiwa.

Dimensi pengelolaan limbah, yang diproksi dengan variabel volume sampah terangkut, menunjukkan adanya peningkatan secara konsisten dari tahun ke tahun. Hal ini mengindikasikan adanya aktivitas ekonomi sirkular yang semakin membaik dengan pengelolaan limbah yang semakin intens di Pulau Sumatera. Nilai standar deviasi juga menunjukkan penurunan yang konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa setiap provinsi di Pulau Sumatera semakin memiliki keseragaman dalam hal mengelola limbah regionalnya. Secara Provinsi, Sumatera Selatan memiliki nilai rata – rata volume sampah terangkut terbesar, yakni sebesar 3066,81 m^3 /hari, sementara Provinsi Bangka Belitung memiliki nilai rata – rata volume sampah terangkut paling rendah yakni hanya sebesar 306,06 m^3 /hari.

Nilai rata – rata PDRB ADHK menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun, meskipun nilai standar deviasi juga meningkat, kondisi ini menunjukkan adanya perbaikan pada performa keseluruhan provinsi di Pulau Sumatera dalam mengelola sumber daya ekonomi sepanjang tahun. Secara provinsi, nilai rata – rata PDRB ADHK sepanjang tahun 2012 – 2019, menunjukkan Provinsi Sumatera Utara dengan rata-rata PDRB ADHK terbesar yaitu 458275,97 Miliar Rupiah, sementara Provinsi Bengkulu memiliki rata-rata PDRB ADHK terendah yaitu sebesar 39315,27 Miliar Rupiah.

Nilai rata – rata IKLH Pulau Sumatera sepanjang tahun 2012 – 2019 juga menunjukkan adanya perbaikan dari tahun ke tahun dan dengan standar deviasi yang semakin menurun pula. Kondisi ini jelas menunjukkan perbaikan pada kualitas lingkungan Pulau Sumatera dan perbedaan antarprovinsi yang kian menurun. Secara provinsi, nilai rata – rata IKLH tertinggi diperoleh oleh Provinsi Aceh dengan angka IKLH sebesar 74,86 poin, sementara Provinsi Lampung memiliki rataan IKLH terendah yakni sebesar 57,92 poin.

Nilai rata – rata realisasi APBD provinsi untuk lingkungan hidup menunjukkan perbaikan meskipun tidak cukup konsisten. Penurunan pada standar deviasi menunjukkan semakin menurunnya perbedaan tiap provinsi dalam mengalokasikan fokus anggaran untuk kepentingan lingkungan hidup. Secara provinsi, tampak bahwa Provinsi Sumatera Utara memiliki rataan realisasi APBD untuk lingkungan hidup terbesar yakni 137860,375 Juta Rupiah, sementara Provinsi Kepulauan Riau memiliki nilai rata – rata terendah sebesar 19358 Juta Rupiah.

Nilai rata – rata TPK sepanjang tahun 2012 – 2019 menunjukkan peningkatan yang cukup konsisten. Meskipun kondisi ini menunjukkan adanya aktivitas *sharing economy* yang semakin membaik di Pulau Sumatera, peningkatan pada standar deviasi mengindikasikan perbedaan antarprovinsi dalam mengelola sektor perhotelannya. Secara Provinsi, Provinsi Lampung memiliki nilai rata – rata TPK terbesar yakni sebesar 55,58%, sementara nilai rata – rata TPK terendah di Pulau Sumatera diperoleh oleh Provinsi Bangka Belitung sebesar 40,03%.

4.2 Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Pemilihan Model yang Sesuai

4.2.1.1 Uji Kesesuaian antara CEM dan FEM

Tabel 5. Hasil Uji Statistik Chow

<i>Effects Test</i>	<i>Statistic</i>	<i>d.f.</i>	<i>Prob.</i>
Model Pertumbuhan Ekonomi			
<i>Cross-section F</i>	2149.033	(9,41)	0
<i>Cross-section Chi-square</i>	351.03697	9	0
Model Tujuan Lingkungan			
<i>Cross-section F</i>	4.26171	(9,41)	0.0006
<i>Cross-section Chi-square</i>	37.640768	9	0
Model Tujuan Ekonomi			
<i>Cross-section F</i>	12.876038	(9,37)	0
<i>Cross-section Chi-square</i>	75.194481	9	0
Model Tujuan Sosial			
<i>Cross-section F</i>	5.299446	(9,41)	0.0001
<i>Cross-section Chi-square</i>	43.983004	9	0

Keterangan :

Tingkat signifikansi = 5%

Berdasarkan hasil Uji Chow pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa dengan tingkat signifikansi sebesar 5%, keempat model menunjukkan hasil Uji Chow yang signifikan. Artinya, dapat disimpulkan untuk keempat model, model regresi data panel yang sesuai adalah model FEM.

4.2.1.2 Uji Kesesuaian antara FEM dan REM

Tabel 6. Hasil Uji Statistik Hausman

<i>Test Summary</i>	<i>Chi-Sq. Statistic</i>	<i>Chi-Sq. d.f.</i>	<i>Prob.</i>
Model Pertumbuhan Ekonomi			
<i>Cross-section random</i>	31.214606	6	0
Model Tujuan Lingkungan			
<i>Cross-section random</i>	20.724687	6	0.0021
Model Tujuan Ekonomi			
<i>Cross-section random</i>	3.928633	6	0.6863
Model Tujuan Sosial			
<i>Cross-section random</i>	3.809478	6	0.7024

Keterangan :

Tingkat signifikansi = 5%

Berdasarkan hasil Uji Hausman pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa dengan tingkat signifikansi sebesar 5%, model pertumbuhan ekonomi dan tujuan lingkungan menunjukkan hasil Uji Hausman yang signifikan, sedangkan model tujuan ekonomi dan tujuan sosial menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Artinya, dapat disimpulkan bahwa model regresi data panel yang sesuai untuk model pertumbuhan ekonomi dan tujuan lingkungan adalah model FEM, sementara model regresi data panel yang sesuai untuk model tujuan ekonomi dan tujuan sosial adalah model REM.

4.2.2 Uji Asumsi Klasik

Berdasarkan hasil uji kesesuaian model regresi data panel, maka uji asumsi klasik akan dilakukan untuk model pertumbuhan ekonomi dan tujuan lingkungan.

4.2.2.1 Uji Multikolinearitas

Tabel 7. Hasil Uji Multikolinearitas

	Log batubara_iva	Log batubara_pdrb	Log nilaiair_iva	Lognilaiair_penduduk	Logprodsampah_penduduk	Logvol sampah
Logbatubara_iva	1	0.960	-0.181	-0.35	-0.099	0.196
Logbatubara_pdrb	0.960	1	-0.307	-0.220	-0.043	0.188
Lognilaiair_iva	-0.181	-0.307	1	0.505	-0.097	0.007
Lognilaiair_penduduk	-0.35	-0.220	0.505	1	0.001	-0.096
Logprodsampah_penduduk	-0.099	-0.043	-0.097	0.001	1	0.414
Logvolsampah	0.196	0.188	0.007	-0.096	0.414	1

Mengacu pada hasil uji multikolinearitas yang tertampil pada Tabel 7 dan menggunakan kriteria yang merujuk pada Widarjono (2019), tampak bahwa korelasi parsial antarvariabel rasio nilai pemakaian batubara dengan IVA dan rasio nilai pemakaian batubara dengan PDRB menunjukkan adanya gejala multikolinearitas. Hal ini dikarenakan nilai korelasi parsial antarvariabel yang lebih besar dari 0,85.

Keberadaan masalah multikolinearitas hanya dikarenakan jumlah observasi yang sedikit namun tetap menghasilkan estimator yang *Best Linear Unbiased Estimation* (BLUE) (Widarjono, 2019). Selain itu, penggunaan data panel, yang merupakan gabungan dari data *cross section* dan *time series*, dalam penelitian ini dianggap telah mengatasi masalah multikolinearitas (Gujarati & Porter, 2009).

4.2.2.2 Uji Heteroskedastisitas

Tabel 8. Hasil Uji Heteroskedastisitas

Model	Pertumbuhan Ekonomi	Tujuan Lingkungan
Metode	<i>Panel Least Squares</i>	<i>Panel Least Squares</i>
Variabel	LOG_RES_PERTUMBUHAN	LOG_RES_LINGKUNGAN
LOGBATUBARA_IVA	-0.466315 (0.8604)	2.882828 (0.356)
LOGBATUBARA_PDRB	0.286635 (0.9138)	-2.805274 (0.3682)
LOGNILAI_AIR_IVA	1.039388 (0.6783)	-2.604672 (0.3767)
LOGNILAI_AIR_PENDUDUK	-1.833717 (0.4033)	1.0729 (0.6754)
LOGPRODSAMPAH_PENDUDUK	0.570633 (0.6793)	-1.523213 (0.3483)
LOGVOL_SAMPAH	-1.129349 (0.4452)	1.390186 (0.4226)
C	-7.634097 (0.712)	-23.41162 (0.3362)

Keterangan :

Nilai koefisien regresi tertampil

Probabilitas t – hitung di dalam kurung

** signifikan pada $\alpha=10\%$*

*** signifikan pada $\alpha=5\%$*

**** signifikan pada $\alpha=1\%$*

Variabel LOG_RES_PERTUMBUHAN dan LOG_RES_LINGKUNGAN pada Tabel 8 di atas merupakan variabel residual kuadrat dari model pertumbuhan ekonomi dan tujuan lingkungan. Mengacu pada kriteria yang diajukan Widarjono (2019), dengan menggunakan Uji

Park, tampak bahwa semua variabel independen tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel residual kuadrat dari masing – masing model. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model pertumbuhan ekonomi dan tujuan lingkungan terbebas dari masalah heteroskedastisitas.

4.2.2.3 Uji Autokorelasi

Tabel 9. Hasil Uji Autokorelasi

Model	Durbin-Watson Stat.	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>dl</i>	<i>du</i>	<i>4-dl</i>	<i>4-du</i>	Kesimpulan
Pertumbuhan Ekonomi	1.146	6	57	1.35	1.81	2.64	2.18	Autokorelasi Positif
Tujuan Lingkungan	0.962	6	57	1.35	1.81	2.64	2.18	Autokorelasi Positif

Keterangan :

Tingkat signifikansi = 5%

Berdasarkan hasil uji autokorelasi metode Durbin – Watson pada Tabel 9, diperoleh nilai statistik Durbin – Watson untuk kedua model yang kurang dari nilai *dl* atau dinotasikan sebagai $0 < d < d_l$. Dengan demikian, disimpulkan bahwa model pertumbuhan ekonomi dan tujuan lingkungan mengandung autokorelasi positif. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah autokorelasi akan dilakukan estimasi regresi data panel dengan metode EGLS (Gujarati & Porter, 2009).

4.2.3 Interpretasi Model Akhir

Tabel 10. Model Akhir yang Terbentuk

Model	Pertumbuhan Ekonomi	Tujuan Lingkungan	Tujuan Ekonomi	Tujuan Sosial
Metode	<i>Panel EGLS (Cross-section weights)</i>	<i>Panel EGLS (Cross-section weights)</i>	<i>Panel EGLS (Cross-section random effects)</i>	<i>Panel EGLS (Cross-section random effects)</i>
Variabel	LOG(PDRB_ADHK)	LOG(IKLH)	LOG(APBD_LING)	LOG(TPK)
LOGBATUBARA_IVA	0.658206*** (0)	0.314689*** (0.0001)	0.080229 (0.89)	0.038427 (0.5984)
LOGBATUBARA_PDRB	-0.659426*** (0)	-0.316867*** (0.0001)	-0.092065 (0.8737)	-0.043101 (0.5537)
LOGNILAI_AIR_IVA	-0.665166*** (0)	-0.319448*** (0)	-0.00607 (0.9908)	-0.020765 (0.735)
LOGNILAI_AIR_PENDUDUK	0.657797*** (0)	0.3175*** (0)	0.131129 (0.7784)	0.051912 (0.3681)
LOGPRODSAMPAH_PENDUDUK	-0.011625 (0.3728)	0.095871*** (0.0057)	-0.80253*** (0.0047)	-0.060745* (0.0621)

Model	Pertumbuhan Ekonomi	Tujuan Lingkungan	Tujuan Ekonomi	Tujuan Sosial
Metode	<i>Panel EGLS (Cross-section weights)</i>	<i>Panel EGLS (Cross-section weights)</i>	<i>Panel EGLS (Cross-section random effects)</i>	<i>Panel EGLS (Cross-section random effects)</i>
Variabel	LOG(PDRB_ADHK)	LOG(IKLH)	LOG(APBD_LING)	LOG(TPK)
LOGVOL_SAMPAH	0.014709 (0.2812)	-0.110483*** (0.0024)	0.708717** (0.0182)	0.042592 (0.2135)
C	13.82744*** (0)	6.495546*** (0)	0.598453 (0.8802)	3.32798*** (0)
Weighted Statistics				
<i>R-squared</i>	0.999769	0.869877	0.234715	0.198985
<i>Adjusted R-squared</i>	0.999684	0.822271	0.134895	0.102864
<i>F-statistic</i>	11815.74	18.27244	2.351384	2.070138
<i>Prob(F-statistic)</i>	0	0	0.045969	0.073479
<i>Durbin-Watson stat</i>	1.088168	1.401949	0.756041	1.378827
Unweighted Statistics				
<i>R-squared</i>	0.999626	0.708661	-0.034435	0.320944
<i>Sum squared resid</i>	0.012277	0.202969	43.83344	0.508362
<i>Durbin-Watson stat</i>	1.193587	0.95424	0.167569	0.645588

Keterangan :

Nilai koefisien regresi
tertampil

Probabilitas *t* – hitung di
dalam kurung

* signifikan pada $\alpha=10\%$

** signifikan pada $\alpha=5\%$

*** signifikan pada $\alpha=1\%$

Berdasarkan serangkaian uji asumsi klasik dan estimasi regresi data panel yang dilakukan, maka terbentuklah empat model akhir yang telah memenuhi asumsi multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi dalam menjelaskan pengaruh penerapan ekonomi sirkular terhadap pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan di Pulau Sumatera sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Log}(PDRB\ ADHK)_{it} = & (13,82 + \mu_i) + 0,658\text{Log}(\text{Batubara IVA})_{it} \\
 & - 0,659\text{Log}(\text{Batubara PDRB})_{it} \\
 & - 0,665\text{Log}(\text{Nilai Air IVA})_{it} \\
 & + 0,657\text{Log}(\text{Nilai Air Penduduk})_{it} \\
 & - 0,011\text{Log}(\text{Prodsampah Penduduk})_{it} \\
 & + 0,014\text{Log}(\text{Vol Sampah})_{it} \\
 & + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
\text{Log}(IKLH)_{it} &= (6,49 + \mu_i) + 0,314\text{Log}(\text{Batubara IVA})_{it} \\
&\quad - 0,316\text{Log}(\text{Batubara PDRB})_{it} \\
&\quad - 0,319\text{Log}(\text{Nilai Air IVA})_{it} \\
&\quad + 0,317\text{Log}(\text{Nilai Air Penduduk})_{it} \\
&\quad + 0,095\text{Log}(\text{Prodsampah Penduduk})_{it} \\
&\quad - 0,110\text{Log}(\text{Vol Sampah})_{it} \\
&\quad + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
\text{Log}(APBD \text{ LING})_{it} &= 0,598 + 0,080\text{Log}(\text{Batubara IVA})_{it} \\
&\quad - 0,092\text{Log}(\text{Batubara PDRB})_{it} \\
&\quad - 0,006\text{Log}(\text{Nilai Air IVA})_{it} \\
&\quad + 0,1311\text{Log}(\text{Nilai Air Penduduk})_{it} \\
&\quad - 0,802\text{Log}(\text{Prodsampah Penduduk})_{it} \\
&\quad + 0,708\text{Log}(\text{Vol Sampah})_{it} \\
&\quad + W_{it}
\end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
\text{Log}(TPK)_{it} &= 3,327 + 0,038\text{Log}(\text{Batubara IVA})_{it} \\
&\quad - 0,043\text{Log}(\text{Batubara PDRB})_{it} \\
&\quad - 0,020\text{Log}(\text{Nilai Air IVA})_{it} \\
&\quad + 0,051\text{Log}(\text{Nilai Air Penduduk})_{it} \\
&\quad - 0,060\text{Log}(\text{Prodsampah Penduduk})_{it} \\
&\quad + 0,042\text{Log}(\text{Vol Sampah})_{it} \\
&\quad + W_{it}
\end{aligned} \tag{11}$$

Berdasarkan hasil regresi, jika dilihat dari model pertumbuhan ekonomi, tampak bahwa semua variabel ekonomi sirkular yang menggambarkan efisiensi sumber daya, secara individu, berpengaruh signifikan terhadap PDRB ADHK. Koefisien regresi variabel rasio nilai pemakaian batubara dan IVA menunjukkan arah hubungan yang bertolak belakang dengan hipotesis yang diajukan. Hal ini berarti ketika rasio nilai pemakaian batubara dan IVA naik sebesar 1 persen, *ceteris paribus*, maka PDRB ADHK akan naik sebesar 0,658 persen, *vice versa*. Di sisi lain, variabel rasio nilai pemakaian batubara dengan PDRB ADHB menunjukkan arah hubungan yang sesuai dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika rasio nilai pemakaian batubara dengan PDRB ADHB naik sebesar 1 persen, *ceteris paribus*, maka PDRB ADHK akan turun sebesar 0,659 persen, *vice versa*. Variabel yang menunjukkan efisiensi penggunaan sumber daya air juga menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap PDRB ADHK. Koefisien regresi variabel rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dengan IVA menunjukkan arah hubungan yang sesuai dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika rasio antara nilai air bersih yang disalurkan

dengan IVA meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka PDRB ADHK akan turun sebesar 0,66 persen, *vice versa*. Koefisien regresi variabel rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dengan jumlah penduduk menunjukkan arah hubungan yang bertolak belakang dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dengan jumlah penduduk meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka PDRB ADHK akan naik sebesar 0,657 persen, *vice versa*. Hasil Uji F untuk model pertumbuhan ekonomi juga menunjukkan hasil yang signifikan pada tingkat signifikansi 1 persen. Hal ini mengindikasikan bahwa minimal terdapat satu variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap PDRB ADHK. Nilai *adjusted R²* untuk model pertumbuhan ekonomi sebesar 0,999 menunjukkan bahwa 99,9 persen variasi variabel PDRB ADHK mampu dijelaskan oleh seluruh variabel ekonomi sirkular, sementara 0,01 persen sisanya dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

Walaupun terdapat beberapa perbedaan pada arah hubungannya, namun masih dapat dipahami bahwa penerapan ekonomi sirkular dimensi efisiensi sumber daya sangat menentukan kinerja ekonomi riil. Hasil ini sejalan dengan temuan Hysa et al. (2020) dan Androniceanu et al. (2021) yang secara singkat menyatakan bahwa terdapat hubungan penting antara ekonomi sirkular dengan pertumbuhan ekonomi. Di sisi lain, variabel ekonomi sirkular yang menunjukkan dimensi pembuangan limbah dan pengelolaan limbah menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, meskipun menghasilkan arah hubungan yang sesuai dengan hipotesis yang diajukan.

Hasil regresi data panel untuk model tujuan lingkungan menunjukkan bahwa seluruh variabel ekonomi sirkular dari dimensi efisiensi sumber daya, pembuangan limbah, dan pengelolaan limbah berpengaruh signifikan terhadap IKLH. Koefisien regresi variabel rasio antara nilai pemakaian batubara dengan IVA menunjukkan arah hubungan yang bertolak belakang dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika nilai rasio antara nilai pemakaian batubara dengan IVA meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka nilai IKLH akan naik sebesar 0,314 persen, *vice versa*. Koefisien regresi variabel rasio nilai pemakaian batubara dengan PDRB ADHB menunjukkan arah hubungan yang sesuai dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika rasio nilai pemakaian batubara dengan PDRB ADHB naik sebesar 1 persen, *ceteris paribus*, maka IKLH akan turun sebesar 0,316 persen, *vice versa*. Variabel yang menunjukkan efisiensi penggunaan sumber daya air juga menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap IKLH. Koefisien regresi variabel rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dengan IVA menunjukkan arah hubungan yang sesuai dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dengan IVA meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka IKLH akan turun sebesar 0,319 persen, *vice versa*. Koefisien regresi variabel rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dengan jumlah penduduk menunjukkan arah hubungan yang bertolak belakang dengan

hipotesis yang diajukan, di mana ketika rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dengan jumlah penduduk meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka IKLH akan naik sebesar 0,3175 persen, *vice versa*. Koefisien regresi variabel rasio antara produksi sampah perkotaan dengan penduduk perkotaan menunjukkan arah hubungan yang bertolak belakang dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika rasio antara produksi sampah perkotaan dengan penduduk perkotaan meningkat sebesar 1 persen, *ceteris paribus*, maka IKLH akan naik sebesar 0,09 persen, *vice versa*. Koefisien regresi variabel volume sampah yang terangkut per hari menunjukkan arah hubungan yang bertolak belakang dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika volume sampah yang terangkut per hari meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka IKLH akan turun sebesar 0,11 persen, *vice versa*. Hasil Uji F untuk model tujuan lingkungan juga menunjukkan hasil yang signifikan pada tingkat signifikansi 1 persen. Hal ini mengindikasikan bahwa minimal terdapat satu variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap IKLH. Nilai *adjusted R²* untuk model tujuan lingkungan sebesar 0,822 menunjukkan bahwa 82,2 persen variasi variabel IKLH mampu dijelaskan oleh seluruh variabel ekonomi sirkular, sementara 17,8 persen sisanya dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

Secara umum, dapat disimpulkan bahwa dalam model tujuan lingkungan, variabel ekonomi sirkular yang berpengaruh signifikan dengan arah hubungan yang sesuai adalah pada dimensi efisiensi sumber daya. Hasil ini juga sesuai dengan temuan Majeed & Luni (2020) yang menjelaskan bahwa penerapan ekonomi sirkular signifikan mempengaruhi kualitas lingkungan, terutama indikator ekonomi sirkular yang berkaitan dengan inovasi dan kompetisi yang di dalamnya secara umum mencakup mengenai paten akan metode daur ulang limbah. Hasil ini juga diperkuat dengan temuan Su et al. (2013) yang menyatakan bahwa variabel ekonomi sirkular dimensi efisiensi sumber daya adalah dimensi ekonomi sirkular yang paling sukses diimplementasikan di Kota Dalian, China.

Hasil regresi data panel untuk model tujuan ekonomi menunjukkan bahwa hanya variabel ekonomi sirkular dimensi pembuangan limbah dan pengelolaan limbah yang berpengaruh signifikan terhadap realisasi APBD provinsi untuk kepentingan lingkungan hidup. Koefisien regresi variabel rasio antara produksi sampah perkotaan dan penduduk perkotaan menunjukkan arah hubungan yang bertolak belakang dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika nilai rasio antara produksi sampah perkotaan dan penduduk perkotaan meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka realisasi APBD provinsi untuk tujuan lingkungan hidup akan turun sebesar 0,80 persen, *vice versa*. Koefisien regresi variabel volume sampah terangkut per hari juga menunjukkan arah hubungan yang bertolak belakang dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika nilai volume sampah yang terangkut per hari meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka realisasi APBD provinsi untuk tujuan lingkungan hidup akan naik sebesar 0,70 persen, *vice versa*. Hasil tersebut

menunjukkan tidak adanya pengaruh aktivitas ekonomi sirkular dimensi pembuangan dan pengelolaan limbah terhadap tujuan ekonomi. Temuan ini bertolak belakang dengan hasil temuan Slorach et al. (2019) yang menyatakan bahwa sampah yang dikelola dengan baik bisa menurunkan biaya pemungutan sampah. Namun hasil temuan penelitian ini sesuai dengan temuan De Jaeger et al. (2011) yang secara singkat menyatakan bahwa pengurangan pada jumlah sampah perkotaan, bersamaan dengan tingginya kepadatan penduduk serta umur populasi, tidak berpengaruh terhadap efisiensi biaya pemungutan sampah perkotaan. Hasil Uji F untuk model tujuan ekonomi juga menunjukkan hasil yang signifikan pada tingkat signifikansi 5 persen. Hal ini mengindikasikan bahwa minimal terdapat satu variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap realisasi APBD provinsi untuk tujuan lingkungan. Nilai *adjusted R²* untuk model tujuan ekonomi sebesar 0,1348 menunjukkan bahwa 13,48 persen variasi variabel realisasi APBD provinsi untuk kepentingan lingkungan hidup mampu dijelaskan oleh seluruh variabel ekonomi sirkular, sementara 86,52 persen sisanya dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

Hasil regresi data panel untuk model tujuan sosial menunjukkan bahwa hanya variabel ekonomi sirkular dimensi pembuangan limbah yang berpengaruh signifikan terhadap TPK. Koefisien regresi variabel rasio antara produksi sampah perkotaan dan penduduk perkotaan menunjukkan arah hubungan yang sesuai dengan hipotesis yang diajukan, di mana ketika nilai rasio antara produksi sampah perkotaan dan penduduk perkotaan meningkat 1 persen, *ceteris paribus*, maka TPK akan turun sebesar 0,06 persen, *vice versa*. Hasil ini sesuai dengan temuan Pamfilie et al. (2018) yang menemukan bahwa penerapan prinsip ekonomi sirkular akan membantu bisnis perhotelan untuk memiliki kerangka pengembangan bisnis yang lebih baik dan mampu memberikan pengalaman berkelanjutan bagi para *stakeholder* karena terdapat upaya untuk mengurangi dampak negatif dari pelaksanaan bisnis terhadap aspek sosial dan lingkungan. Hasil Uji F untuk model tujuan sosial juga menunjukkan hasil yang signifikan pada tingkat signifikansi 10 persen. Hal ini mengindikasikan bahwa minimal terdapat satu variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap TPK. Nilai *adjusted R²* untuk model tujuan sosial sebesar 0,102 menunjukkan bahwa 10,2 persen variasi variabel TPK mampu dijelaskan oleh seluruh variabel ekonomi sirkular, sementara 89,8 persen sisanya dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

Hasil penghitungan nilai intersep pada setiap model yang terlampir pada Lampiran A, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada setiap *cross section* atau provinsi. Pada Lampiran A, untuk model yang menggunakan model FEM, efek individu model pertumbuhan ekonomi menunjukkan bahwa ketika diasumsikan semua variabel independen tidak berpengaruh, maka Provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Riau memiliki nilai PDRB ADHK yang paling tinggi. Untuk model tujuan lingkungan, tampak bahwa ketika diasumsikan semua variabel

independen tidak berpengaruh, maka Provinsi Riau, Aceh, dan Bangka Belitung memiliki nilai IKLH paling tinggi. Di sisi lain, efek individu pada model REM untuk model tujuan ekonomi dan tujuan sosial mengasumsikan bahwa perbedaan setiap provinsi terletak pada *error term* bersifat acak dan dinotasikan dengan W_{it} yang terdiri dari variabel gangguan secara individu (μ_i) dan variabel gangguan secara menyeluruh (ε_{it}).

4.3 Analisis dan Pembahasan

4.3.1 Pengaruh Ekonomi Sirkular Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Pulau Sumatera

Hasil regresi menunjukkan bahwa ekonomi sirkular dapat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dari dimensi efisiensi sumber daya. Dalam penelitian ini, koefisien variabel rasio antara nilai pemakaian batubara dan IVA yang menunjukkan arah hubungan positif dengan PDRB ADHK menunjukkan bahwa pertumbuhan pada nilai pemakaian batubara relatif lebih cepat ketimbang pertumbuhan pada IVA. Hal tersebut mengindikasikan bahwa efisiensi sumber daya untuk mendorong pertumbuhan ekonomi hijau tidak dapat dilihat dari rasio penggunaan sumber daya terhadap IVA (Ali et al., 2016). Kondisi ini dimungkinkan terjadi apabila pelaku industri belum mengadopsi metode dan teknologi produksi yang lebih modern dan efisien untuk mengurangi penggunaan batubara. Lebih jauh lagi, kondisi ini dapat mengindikasikan kepemilikan *intellectual capital* dan pengetahuan teknologi yang rendah dari pelaku industri dalam mempengaruhi pertumbuhan ekonomi yang berbasis lingkungan (Hallegatte et al., 2012)..

Di sisi lain, rasio antara nilai pemakaian batubara dan PDRB ADHB menunjukkan arah hubungan yang sesuai dengan hipotesis. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan pada nilai penggunaan batubara yang lebih lambat ketimbang pertumbuhan PDRB ADHB berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi karena sumber daya yang digunakan menjadi lebih produktif dan stok dari sumber daya alam tetap dapat terjamin ketersediaannya untuk pertumbuhan yang berkelanjutan (Busu, 2019; Hallegatte et al., 2012; Hysa et al., 2020).

Rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dan IVA menunjukkan arah hubungan negatif dengan PDRB ADHK, hal ini berarti pertumbuhan ekonomi di Pulau Sumatera telah mengadopsi efisiensi pada penggunaan sumber daya air. Kondisi ini menunjukkan bahwa nilai air bersih yang disalurkan tumbuh lebih lambat ketimbang IVA. Meskipun hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dan IVA terus meningkat, kondisi ini dibarengi dengan peningkatan IVA yang lebih tinggi di Pulau Sumatera. Hal ini mengindikasikan adanya penerapan metode produksi yang lebih efisien dengan menggunakan lebih sedikit sumber daya air untuk mendorong pertumbuhan ekonomi regional. Melihat kondisi tersebut, maka dapat dikatakan para pelaku industri di Pulau Sumatera telah memiliki *intellectual capital* melalui proses *research and development* yang baik dalam hal teknologi produksi yang menggunakan lebih sedikit air (Hallegatte et al., 2012). Lebih jauh lagi,

penggunaan air bersih yang lebih efisien akan mempercepat perkembangan teknologi produksi yang lebih canggih (Ngoran et al., 2016)

Rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dan jumlah penduduk menunjukkan arah hubungan yang positif, hal ini berarti semakin tinggi penggunaan air dan pertumbuhan populasi mengakibatkan pertumbuhan pada perekonomian (Barbier & Chaudhry, 2014). Akan tetapi, apabila dilihat dari sudut pandang penggunaan sumber daya air per kapita, pertumbuhan ekonomi yang efisien belum terjadi di Pulau Sumatera. Kondisi ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan PDRB ADHK, nilai air bersih yang disalurkan telah tumbuh lebih cepat ketimbang pertumbuhan penduduk. Hal ini kemungkinan menunjukkan bahwa Pulau Sumatera berada pada tahap awal dari “skenario – N”; yang menunjukkan hubungan antara penggunaan air dan PDRB. Tahap awal tersebut digambarkan dengan perkembangan industri yang cepat dan didominasi oleh industri yang *water intensive* dan mengakibatkan permintaan terhadap sumber daya air meningkat (Hao et al., 2019).

4.3.2 Pengaruh Ekonomi Sirkular Terhadap Pembangunan Berkelanjutan dalam Aspek Tujuan Lingkungan di Pulau Sumatera

Hasil regresi menunjukkan seluruh dimensi ekonomi sirkular berpengaruh signifikan terhadap pembangunan berkelanjutan tujuan lingkungan di Pulau Sumatera. Dari dimensi efisiensi sumber daya, rasio antara nilai pemakaian batubara dengan IVA menunjukkan arah hubungan positif terhadap IKLH. Kondisi ini menunjukkan bahwa nilai pemakaian batubara tumbuh lebih cepat ketimbang IVA. Meskipun tidak terjadi efisiensi pada penggunaan batubara dibandingkan dengan IVA yang dihasilkan, nilai IKLH justru membaik. Kondisi ini dimungkinkan terjadi karena batubara yang digunakan dalam proses industri di Pulau Sumatera menghasilkan limbah bernama *Fly Ash and Bottom Ash* (FABA) yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Limbah FABA dihasilkan dari pembakaran batubara pada tungku industri. Meski pada awalnya dianggap sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), hasil uji karakteristik yang dilakukan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2021 mengkonfirmasi bahwa limbah FABA tidaklah beracun, sehingga memiliki dampak yang tidak signifikan bagi degradasi kualitas lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021).

Di sisi lain, rasio antara nilai pemakaian batubara dan PDRB ADHB menunjukkan arah hubungan yang sesuai dengan hipotesis. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan pada nilai penggunaan batubara yang lebih lambat ketimbang pertumbuhan PDRB ADHB berkontribusi pada perbaikan kualitas lingkungan hidup. Kondisi ini dimungkinkan terjadi ketika suatu provinsi, yang memerlukan lebih sedikit batubara untuk menghasilkan PDRB dalam nominal

yang sama, telah mampu menerapkan *green consumption* dan mengurangi penggunaan material mentah untuk mengurangi limbah dan emisi (Korhonen et al., 2018; Su et al., 2013).

Rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dan IVA menunjukkan adanya efisiensi dalam mempengaruhi kualitas lingkungan hidup di Pulau Sumatera. Hal ini berarti, semakin sedikit sumber daya air dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah nilai tambah industri yang tidak terlalu membebani kualitas lingkungan hidup. Meskipun hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa rasio antara nilai air bersih yang disalurkan dan IVA terus meningkat, kondisi ini dapat terjadi ketika ada pengurangan pada penggunaan air oleh sektor industri namun bukan pengurangan pada total konsumsi air secara keseluruhan (Su et al., 2013). Wilayah perkotaan juga dimungkinkan telah melakukan pengelolaan terhadap air dari rumah tangga untuk digunakan secara berulang (Heshmati, 2017).

Rasio nilai air bersih yang disalurkan dan jumlah penduduk belum menunjukkan adanya efisiensi untuk mendukung perbaikan kualitas lingkungan, artinya peningkatan (inefisiensi) pada rasio ini justru menaikkan kualitas lingkungan. Peningkatan pada rasio ini dimungkinkan terjadi karena dua hal. Pertama, karena adanya peningkatan yang lebih cepat pada nilai air bersih yang disalurkan ketimbang peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk atau kedua karena pertumbuhan jumlah penduduk yang menurun lebih cepat. Kondisi ini dimungkinkan terjadi karena meskipun belum ada efisiensi pada penggunaan sumber daya air, pertumbuhan penduduk yang melambat telah mengurangi kepadatan penduduk dan beban terhadap lingkungan hidup (Rahman, 2017). Berdasarkan hasil pengolahan data, perlambatan pertumbuhan penduduk sepanjang tahun 2012 – 2019 terjadi di semua provinsi di Pulau Sumatera, dengan perlambatan pertumbuhan penduduk provinsi terbesar dialami oleh Provinsi Lampung. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa ketika pertumbuhan penduduk melambat, meskipun nilai air bersih yang disalurkan meningkat, kualitas lingkungan hidup cenderung membaik.

Dari dimensi pembuangan limbah, rasio produksi sampah perkotaan dan jumlah penduduk perkotaan menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio tersebut, maka kualitas lingkungan hidup justru meningkat. Peningkatan pada rasio ini disebabkan karena dua kemungkinan. Pertama, adanya peningkatan pada produksi sampah perkotaan yang lebih cepat ketimbang peningkatan laju pertumbuhan penduduk atau kedua terjadi penurunan yang lebih cepat pada laju pertumbuhan penduduk. Kepadatan penduduk memiliki pengaruh terhadap peningkatan emisi, sehingga dapat dikatakan wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi akan mengalami polusi lingkungan yang lebih serius (Rahman, 2017). Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa ketika pertumbuhan penduduk melambat, meskipun kuantitas produksi sampah meningkat, kualitas lingkungan hidup cenderung membaik.

Volume sampah yang terangkut menunjukkan kemampuan dan kesiapan tiap daerah dalam menangani sampah yang diproduksi (Badan Pusat Statistik, 2020b). Dari dimensi

pengelolaan limbah, arah hubungan antara variabel volume sampah terangkut per hari dengan IKLH menunjukkan hubungan terbalik yang berarti semakin banyak sampah yang terangkut, kualitas lingkungan hidup di Pulau Sumatera semakin memburuk. Hal ini dimungkinkan terjadi karena minimnya paten terhadap teknologi daur ulang limbah. Pada kenyataannya, inovasi berupa paten terhadap teknologi daur ulang limbah akan berkontribusi pada perbaikan kualitas lingkungan hidup (Majeed & Luni, 2020). Selain itu, beberapa wilayah masih menjadikan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sebagai tempat pengolahan sampah yang berbasis *sanitary landfill* atau bahkan hanya sekedar *open dumping* yang merupakan praktik pembuangan limbah tanpa adanya pengolahan (Winahyu et al., 2014).

4.3.3 Pengaruh Ekonomi Sirkular Terhadap Pembangunan Berkelanjutan dalam Aspek Tujuan Ekonomi di Pulau Sumatera

Hasil regresi menunjukkan bahwa aktivitas ekonomi sirkular dimensi pembuangan dan pengelolaan limbah berpengaruh signifikan terhadap pembangunan berkelanjutan aspek tujuan ekonomi di Pulau Sumatera. Rasio antara produksi sampah perkotaan dan jumlah penduduk perkotaan menunjukkan arah hubungan yang negatif, artinya ketika rasio ini meningkat, realisasi APBD untuk tujuan lingkungan hidup akan menurun. Padahal, semakin tinggi produksi sampah perkotaan yang dihasilkan menuntut adanya peningkatan pada biaya untuk tujuan pemeliharaan lingkungan hidup. Peningkatan pada rasio produksi sampah perkotaan dan jumlah penduduk perkotaan dimungkinkan terjadi ketika ada peningkatan pada produksi sampah yang lebih cepat ketimbang peningkatan jumlah penduduk atau karena adanya penurunan pada laju pertumbuhan penduduk. Produksi sampah perkotaan hampir bisa dipastikan untuk terus tumbuh dan meningkatkan biaya untuk penanganannya. Sementara itu berkaitan dengan kemungkinan kedua, kondisi ini sesuai dengan hasil pengolahan data yang menunjukkan bahwa perlambatan pertumbuhan penduduk sepanjang tahun 2012 – 2019 terjadi di semua provinsi di Pulau Sumatera, dengan perlambatan pertumbuhan penduduk perkotaan terbesar dialami oleh Kota Medan.

Variabel volume sampah terangkut menunjukkan arah hubungan yang positif dengan realisasi APBD untuk tujuan lingkungan hidup. Artinya jumlah sampah yang terangkut per hari belum mampu menurunkan biaya ekonomi untuk pengelolaan lingkungan hidup. Hal ini dimungkinkan terjadi karena pertumbuhan pada produksi sampah suatu wilayah menuntut adanya biaya lebih besar yang ditanggung oleh otoritas lokal, terutama dalam hal pengangkutan sampah. Upaya untuk melakukan pengurangan terhadap produksi sampah perkotaan, misalnya melalui intervensi pemerintah, tidak cukup signifikan untuk menurunkan biaya – biaya tersebut. Lebih jauh lagi, perkotaan yang padat dan memiliki umur populasi yang tua dicirikan dengan biaya pemungutan sampah per unit yang lebih besar (De Jaeger et al., 2011). Penelitian Soukopová et al. (2017) menemukan bahwa penduduk usia lanjut memiliki pengaruh signifikan terhadap biaya

manajemen limbah. Hal ini terjadi karena seiring pertambahan usia dan mendekati masa pensiun, penduduk yang berusia tua cenderung mempersiapkan berbagai macam aktivitas untuk mendukung masa pensiunnya, seperti misalnya melakukan seleksi pada barang / aset yang dimiliki, apakah akan dipertahankan atau dibuang. Perilaku inilah yang memicu adanya produksi limbah dan peningkatan biaya pembersihannya. Kondisi ini juga dikonfirmasi melalui data statistik yang menunjukkan adanya peningkatan pada persentase penduduk lanjut usia di Pulau Sumatera sepanjang tahun 2016 – 2018 (Badan Pusat Statistik, 2018). Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa meskipun otoritas lokal telah tanggap dalam mengelola limbah perkotaan, pengolahan terhadap limbah – limbah diperlukan untuk menentukan dampaknya terhadap degradasi lingkungan hidup.

4.3.4 Pengaruh Ekonomi Sirkular Terhadap Pembangunan Berkelanjutan dalam Aspek Tujuan Sosial di Pulau Sumatera

Hasil regresi menunjukkan bahwa ekonomi sirkular mempengaruhi aspek tujuan sosial dari pembangunan berkelanjutan di Pulau Sumatera melalui dimensi pembuangan limbah. Arah hubungan yang negatif menunjukkan bahwa semakin besar rasio antara produksi sampah perkotaan dan penduduk perkotaan, maka TPK akan menurun. Peningkatan pada rasio antara produksi sampah perkotaan dan penduduk perkotaan dimungkinkan terjadi karena adanya pertumbuhan produksi sampah yang tinggi atau karena adanya perlambatan pertumbuhan penduduk yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan ekonomi sirkular akan mampu mendorong bisnis perhotelan dengan mengupayakan penurunan pada produksi sampah untuk membantu bisnis perhotelan memiliki kerangka pengembangan bisnis yang lebih baik dan mampu memberikan pengalaman berkelanjutan bagi para *stakeholder* (Pamfilie et al., 2018). Hasil penelitian ini juga mengindikasikan bahwa penurunan pada rasio antara produksi sampah perkotaan dan penduduk perkotaan akan meningkatkan TPK. Penurunan pada rasio tersebut bisa terjadi karena adanya pertumbuhan penduduk yang signifikan. Pertumbuhan penduduk akan meningkatkan kinerja industri perhotelan, yang digambarkan oleh variabel TPK. Hal ini dimungkinkan terjadi karena semakin banyak penduduk yang berada di area perkotaan, mungkin karena urbanisasi, permintaan terhadap akomodasi hotel akan meningkat (Luo & Lam, 2017). Pada kasus Pulau Sumatera sepanjang tahun 2012 – 2019, meskipun pertumbuhan penduduk cenderung melambat, namun seiring waktu pertambahan pada kepadatan dan jumlah penduduk akan mendorong terciptanya *sharing economy* melalui penerapan konsumsi kolaboratif di sektor industri perhotelan (Hamari et al., 2015).

V. KESIMPULAN, IMPLIKASI, SARAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Keberadaan aktivitas ekonomi sirkular di Pulau Sumatera dapat dilacak dari tiga dimensi, yaitu efisiensi sumber daya, pembuangan limbah, dan pengelolaan limbah. Penerapan aktivitas ekonomi sirkular akan mendorong pertumbuhan ekonomi yang berwawasan lingkungan (*green growth*) dan mendukung pembangunan berkelanjutan dari aspek tujuan lingkungan, ekonomi, dan sosial. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekonomi sirkular mampu menjadi alternatif strategi mengejar pertumbuhan ekonomi melalui dimensi efisiensi sumber daya. Pembangunan berkelanjutan dalam aspek tujuan lingkungan mampu dicapai dari penerapan ekonomi sirkular pada dimensi efisiensi sumber daya, pembuangan limbah, dan pengelolaan limbah; pembangunan berkelanjutan dalam aspek tujuan ekonomi mampu dicapai dari penerapan ekonomi sirkular pada dimensi pembuangan limbah dan pengelolaan limbah; sementara pembangunan berkelanjutan dalam aspek tujuan sosial mampu dicapai dari penerapan ekonomi sirkular pada dimensi pembuangan limbah.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dipahami bahwa aktivitas ekonomi sirkular telah terjadi di Pulau Sumatera dan mampu menjadi jalur alternatif untuk mempercepat pemulihan ekonomi pasca pandemi serta mendorong perbaikan aspek – aspek pembangunan berkelanjutan dalam jangka panjang. Tantangan dalam penerapan ekonomi sirkular mencakup permasalahan yang sifatnya multidimensi dan melibatkan banyak *stakeholder*. Oleh karena itu, intervensi yang sifatnya kolaboratif penting untuk mendukung penerapan ekonomi sirkular di Pulau Sumatera.

5.2 Implikasi

Implikasi teori dari penelitian ini berhubungan dengan hasil yang menunjukkan bahwa aktivitas ekonomi sirkular terbukti dapat mendorong pertumbuhan ekonomi tanpa mengorbankan aspek lingkungan, sebagai salah satu dari aspek pembangunan berkelanjutan, terutama di kawasan negara berkembang. Hasil ini berkontribusi pada teori dengan meningkatkan pemahaman mengenai hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan kualitas lingkungan yang seringkali sifatnya saling meniadakan. Ekonomi sirkular berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi, dengan perhatian khusus pada peran dari aspek inovasi serta investasi pada metode – metode yang berbasis *no – waste* untuk mendorong kesejahteraan, keunggulan kompetitif, dan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan (Hysa et al., 2020; Androniceanu et al., 2021).

Implikasi kebijakan dari penelitian ini berhubungan dengan hasil yang menunjukkan bahwa ekonomi sirkular tidak hanya menuntut inovasi metode produksi bersih dari industri dan adaptasi kebiasaan *zero waste* dari masyarakat, tetapi juga perlunya pemangku kebijakan untuk mengambil peran dalam memastikan semua *stakeholder* bisa mengaktualisasikan ekonomi sirkular dalam kondisi kelembagaan yang pasti (*certain*). Penelitian Hallegatte et al. (2012) menjelaskan bahwa

kebijakan lingkungan hidup dapat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi apabila kebijakan didesain untuk menciptakan efisiensi penggunaan sumber daya, pengentasan kegagalan pasar, dan memastikan adanya *knowledge spillover* untuk meningkatkan penguasaan teknologi.

5.3 Saran dan Rekomendasi

Saran yang dapat diimplementasikan oleh pemangku kebijakan dalam memfasilitasi penerapan ekonomi sirkular secara actual untuk mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan di Pulau Sumatera adalah sebagai berikut.

1. Kementerian Perindustrian, bekerja sama dengan Pemerintah Daerah, perlu mendorong terciptanya kawasan aglomerasi, terutama bagi industri yang berpotensi menghasilkan banyak limbah. Pembangunan kawasan aglomerasi juga perlu mengadopsi Teknologi Komunikasi dan Informasi (TIK) yang menghubungkan *database* pelaku industri dan otoritas lokal, sehingga kawasan aglomerasi dapat terkelola, terpantau, dan terjangkau regulasi untuk memfasilitasi aktivitas ekonomi sirkular antarpelaku industri secara lebih efisien.
2. Bank Indonesia perlu menginisiasi penerapan suku bunga hijau kepada bank – bank umum dengan tujuan untuk mendorong pembiayaan terhadap aktivitas ekonomi bagi pelaku industri dan masyarakat yang mempertimbangkan perubahan pada kondisi polusi lingkungan hidup seiring waktu.
3. Pemerintah Daerah perlu menerapkan *smart waste management system*, melalui pemanfaatan TIK untuk mengintegrasikan produksi limbah masyarakat dengan fasilitas pengelolaan limbah selain TPA yang dimiliki daerah seperti bank sampah, komposting, pusat daur ulang, *intermediate treatment facility*, dan sektor informal. Pengelolaan limbah yang terpantau secara sistematis ini nantinya akan mempermudah formulasi perumusan APBD, terkhusus pada alokasi APBD untuk lingkungan hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Jahangir Alam Nirob, K., Shafiul Islam, M., & Jahangir Alam, K. (2016). Effects of Trade Openness and Industrial Value Added on Economic Growth in Bangladesh. *International Journal of Sustainable Development Research*, 2(3), 18–23. <https://doi.org/10.11648/j.ijdsr.20160203.11>
- Amato, D. D., & Korhonen, J. (2021). Integrating the green economy , circular economy and bioeconomy in a strategic sustainability framework. *Ecological Economics*, 188(July), 107143. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107143>

- Anbumozhi, V., & Kimura, F. (2018). *Empowering ASEAN for the Circular Economy*. ERIA.
- Androniceanu, A., Kinnunen, J., & Georgescu, I. (2021). Circular economy as a strategic option to promote sustainable economic growth and effective human development. *Journal of International Studies*, 14(1), 60–73. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2021/14-1/4>
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Statistik Penduduk Lanjut Usia*.
- Badan Pusat Statistik. (2020a). *Laporan Perekonomian Indonesia 2020*. 1–33. www.bps.go.id
- Badan Pusat Statistik. (2020b). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia*.
- Barbier, E. B., & Chaudhry, A. M. (2014). Urban growth and water. *Water Resources and Economics*, 6, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2014.05.005>
- Batara, J., Kpp, S., Muara Bungo, P., Pajak, J., Ri, K., & Gatot, J. (2018). Pengaruh Pma Dan Pdb Terhadap Penerimaan Pajak Indonesia: Analisis Data Panel 2005-2015. *Simposium Nasional Keuangan Negara*, 1(1), 603–627. <http://jurnal.bppk.kemenkeu.go.id/snkn/article/view/193>
- Busu, M. (2019). Adopting circular economy at the European Union level and its impact on economic growth. *Social Sciences*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/socsci8050159>
- Chen, Z., Wang, Z., & Jiang, H. (2019). Analyzing the heterogeneous impacts of high-speed rail entry on air travel in China: A hierarchical panel regression approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 127(December 2018), 86–98. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.07.004>
- De Jaeger, S., Eyckmans, J., Rogge, N., & Van Puyenbroeck, T. (2011). Wasteful waste-reducing policies? The impact of waste reduction policy instruments on collection and processing costs of municipal solid waste. *Waste Management*, 31(7), 1429–1440. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.02.021>
- Delchet-Cochet, K. (2020). *Circular Economy : From Waste Reduction to Value Creation* (3rd ed.). ISTE.
- Esposito, M., Tse, T., & Soufani, K. (2015). Is the Circular Economy a New Fast-Expanding Market? *Thunderbird International Business Review*, 49(5), 630–631. <https://doi.org/10.1002/tie>
- Fatimah, Y. A., Govindan, K., Murniningsih, R., & Setiawan, A. (2020). Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia. *Journal of Cleaner Production*,

- 269, 122263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122263>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). Basic Econometrics. In *Introductory Econometrics: A Practical Approach* (Fifth). McGraw Hill.
- Hallegatte, S., Heal, G., Fay, M., & Treguer, D. (2012). From Growth to Green Growth - a Framework. *National Bureau of Economic Research*. <https://doi.org/10.3386/w17841>
- Hamari, J., Sjöklint, M., & Ukkonen, A. (2015). The Sharing Economy: Why People Participate in Collaborative Consumption. *JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 67. <https://doi.org/10.1002/asi>
- Hao, Y., Hu, X., & Chen, H. (2019). On the relationship between water use and economic growth in China: New evidence from simultaneous equation model analysis. *Journal of Cleaner Production*, 235, 953–965. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.024>
- Heshmati, A. (2017). A review of the circular economy and its implementation. *International Journal of Green Economics*, 11(3–4), 251–288. <https://doi.org/10.1504/IJGE.2017.089856>
- Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N. U., & Laurenti, R. (2020). Circular economy innovation and environmental sustainability impact on economic growth: An integrated model for sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/SU12124831>
- Ivlev, V., & Ivleva, M. (2018). Philosophical Foundations of the Concept of Green Economy. *International Conference on Contemporary Education, Social Sciences, and Ecological Studies*, 283(Cesses), 869–873. <https://doi.org/10.2991/cesses-18.2018.192>
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2019). Indeks Kualitas Lingkungan Hidup 2019. In *Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan* (Vol. 53, Issue 9).
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) Hasil Pembakaran Batubara Wajib Dikelola*. https://www.menlhk.go.id/site/single_post/3707/fly-ash-dan-bottom-ash-faba-hasil-pembakaran-batubara-wajib-dikelola
- Klarin, T. (2018). The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues. *Zagreb International Review of Economics and Business*, 21(1), 67–94. <https://doi.org/10.2478/zireb-2018-0005>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46.

- <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Kosmaryati, K., Handayani, C. A., Isfahani, R. N., & Widodo, E. (2019). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kriminalitas di Indonesia Tahun 2011-2016 dengan Regresi Data Panel. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 2(1), 10. <https://doi.org/10.13057/ijas.v2i1.27932>
- Kurniawan, R., & Managi, S. (2018). Economic Growth and Sustainable Development in Indonesia: An Assessment *. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 54(3), 339–361. <https://doi.org/10.1080/00074918.2018.1450962>
- Luo, J. M., & Lam, C. F. (2017). Urbanization effects on hotel performance: A case study in China. *Cogent Business and Management*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2017.1412873>
- Majeed, M. T., & Luni, T. (2020). Renewable energy, circular economy indicators and environmental quality: A global evidence of 131 countries with heterogeneous income groups. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 14(4), 866–912.
- Mankiw, G. (2016). *Macroeconomics* (Vol. 4, Issue 1).
- Mankiw, G. (2018). *Principles of Economics* (8th ed.). Cengage Learning.
- Ngoran, S. D., Xue, X. Z., & Wesseh, P. K. (2016). Signatures of water resources consumption on sustainable economic growth in Sub-Saharan African countries. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(1), 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2016.04.002>
- Pamfilie, R., Firoiu, D., Croitoru, A. G., & Ioan Ionescu, G. H. (2018). Circular economy - A new direction for the sustainability of the hotel industry in Romania? *Amfiteatru Economic*, 20(48), 388–404. <https://doi.org/10.24818/EA/2018/48/388>
- Rahman, M. M. (2017). Do population density, economic growth, energy use and exports adversely affect environmental quality in Asian populous countries? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77(April), 506–514. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.041>
- Slorach, P. C., Jeswani, H. K., Cuéllar-Franca, R., & Azapagic, A. (2019). Environmental and economic implications of recovering resources from food waste in a circular economy. *Science of the Total Environment*, 693, 133516. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.322>
- Soukopová, J., Struk, M., & Hřebíček, J. (2017). Population age structure and the cost of municipal waste collection. A case study from the Czech Republic. *Journal of*

- Environmental Management*, 203, 655–663. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.03.030>
- Stankevičienė, J., Nikanorova, M., & Čera, G. (2020). Analysis of green economy dimension in the context of circular economy: The case of baltic sea region. *E a M: Ekonomie a Management*, 23(1), 4–18. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2020-1-001>
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>
- Suryahadi, A., & Rishanty, A. (2020). CIRCULAR ECONOMY AND PRODUCTIVITY IN A LARGE DEVELOPING COUNTRY : EMPIRICAL EVIDENCE FROM INDONESIA. *Working Paper Bank Indonesia*.
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2020). *Economic Development* (13th ed.). Wiley.
- Wahyu Adi, T. J., & Wibowo, P. (2020). Application of circular economy in the Indonesia construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 849(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/849/1/012049>
- Widarjono, A. (2019). *Ekonometrika*. UPP STIM YKPN.
- Winahyu, D., Hartoyo, S., & Syaukat, Y. (2014). Strategi Pengelolaan Sampah Pada Tempat Pembuangan Akhir Bantargebang, Bekasi. *Jurnal Manajemen Pembangunan Daerah*, 5(2), 1–17. https://doi.org/10.29244/jurnal_mpd.v5i2.24626

LAMPIRAN

Lampiran A. Efek Individu

Provinsi	Efek Individu			
	Pertumbuhan Ekonomi	Tujuan Lingkungan	Tujuan Ekonomi	Tujuan Sosial
Aceh	0.065578	0.814388	0.663846	-0.017203
Sumatera Utara	1.090168	0.736896	0.590305	-0.031948
Sumatera Barat	0.079895	-0.342955	-0.361201	0.039855
Riau	0.495303	1.058791	0.847466	-0.066385
Jambi	-0.24584	-0.400167	-0.418903	-0.046324
Sumatera Selatan	0.55284	-1.503078	-1.49208	-0.012379
Bengkulu	-1.053547	0.326	0.326944	0.107813
Lampung	0.475026	-0.894696	-1.160688	0.113899
Bangka Belitung	-1.190212	0.750356	0.852263	-0.104232
Kepulauan Riau	-0.528253	-0.307285	0.152049	0.016904