

## THE ROLE OF INDUSTRIAL, AGRICULTURAL, AND HOUSEHOLD ECONOMIC ACTIVITIES IN THE FORMATION OF A GREEN ECONOMY IN EAST JAVA: DETERMINANTS FROM A SPATIAL PERSPECTIVE

Yongky Choirul Anam\*<sup>1</sup>

Deltha Airuzsh Lubis<sup>2</sup>

Ragdad Cani Miranti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup> Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara, Medan, Indonesia

<sup>3</sup> Badan Pusat Statistik Kota Medan, Medan, Indonesia

### ABSTRACT

*This paper aims to evaluate spill-over effects of green economic growth and the role of driving factors across 38 districts in East Java. Using the 2018-2022 period, this paper measures Green Total Factor Productivity (GTFP) as the proxy of green economic development at sub-national level in East Java, while ICT index, fiscal-related policy, environmental regulation, and foreign direct investment are applied as the determinants of green growth. Emission in GTFP levels are the impact of household activities, the agricultural sector, and the processing industry. We find the persistence and appealing pattern of GTFP over the time, indicated by the increasing number of districts which generate green productivity index over. The results show the existence of spatial dependence and spatial-spillover effect in terms of green economic development in East Java, meaning that the increasing index of green productivity in a district tends to increase green productivity in neighboring regions. However, there are considerable differences of determinants which affect green productivity across districts in East Java. From spatial heterogeneity perspectives, we evaluate that each group of regions are affected by the different factors. Looking from policy perspectives, our findings suggest that one-size-fits-all policy is not proposed for promoting equal green growth across East Java districts. Instead, augmenting different treatments and policies based on spatial heterogeneity are more demanded to be applied.*

**Keywords:** Economic Activity, Geographically Weighted Regression, Green Economy, Spatial Dependence

### ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efek spatial-spill overs dari pertumbuhan ekonomi hijau dan peranan dari faktor dominan (driving factors) di Jawa Timur. Ekonomi hijau diukur menggunakan GTFP, sedangkan Indeks Pembangunan Teknologi Informasi, Kapasitas Fiskal Daerah, Regulasi Lingkungan, dan Rasio Investasi Asing digunakan dalam pemodelan pembangunan ekonomi hijau. Tingkat emisi dalam GTFP merupakan dampak*

### RIWAYAT ARTIKEL

Tanggal Masuk:  
7 November 2024

Tanggal Revisi:  
11 Maret 2025

Tanggal Diterima:  
13 Maret 2025

Tersedia Online:  
20 Maret 2025

\*Korespondensi:  
Yongky Choirul Anam  
E-mail:  
[yongky.ca@bps.go.id](mailto:yongky.ca@bps.go.id)

*dari aktivitas rumah tangga, sektor pertanian, dan industri pengolahan. GTFP menunjukkan pola yang persisten dan meningkat antar waktu, ditandai dengan semakin meningkatnya kabupaten yang menghasilkan indeks produktivitas hijau di atas 1 dalam kurun 2018-2022. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi spasial dan efek spills-over dalam pembangunan ekonomi hijau di Jawa Timur, dimana peningkatan indeks produktivitas hijau di suatu kabupaten cenderung meningkatkan produktivitas hijau di daerah (kabupaten) sekitarnya. Dari perspektif heterogenitas spasial, ditemukan bahwa setiap kelompok kabupaten/kota memiliki determinan pertumbuhan yang berbeda. Dilihat dari perspektif kebijakan, hasil penelitian ini merekomendasikan bahwa kebijakan one-size-fits-all tidak dapat diterapkan untuk mendorong pemerataan pertumbuhan ekonomi hijau antar kabupaten/kota di Jawa Timur. Sebaliknya, modifikasi perlakuan (treatment) dan kebijakan yang berbeda berdasarkan heterogenitas spasial lebih strategis untuk diterapkan.*

**Kata Kunci:** Aktivitas Ekonomi, Ekonomi Hijau, Dependensi Spasial, Geographically Weighted Regression

**JEL:** O4; Q5; R1

## Pendahuluan

Bencana hidrometeorologi yang mencakup banjir, cuaca ekstrim, maupun longsor kerap terjadi setiap tahunnya seperti yang dilaporkan oleh BNPB (IDN Times, 2022), khususnya di pulau Jawa dengan frekuensi tertinggi secara nasional (BPS Jawa Timur, 2019). Bahkan bencana kebakaran hutan dan lahan, banjir maupun longsor di Jawa Timur tergolong paling kerap terjadi (Tribun News, 2021). Kondisi tersebut merupakan bagian dari manifestasi perubahan iklim yang terjadi secara global. Perubahan iklim menyebabkan terjadinya perubahan pada musim sehingga menjadi sulit diperkirakan, serta menjadi ancaman juga pada ketahanan pangan, ketersediaan air, kesehatan, degradasi lingkungan, dampak ekonomi serta sosial politik dan budaya (Samidjo dan Suharso, 2017). Hal senada juga diungkapkan oleh BAPPENAS bahwa perubahan iklim akan berdampak secara luas terhadap aspek kehidupan manusia bahkan beresiko pula pada pencapaian SDG's, dengan perkiraan kerugian ekonomi mencapai 115 triliun rupiah dengan skema tanpa intervensi, dan mencapai 57 triliun dengan skema adanya intervensi (Yananto, 2014).

Pencanangan ekonomi hijau telah bergulir selama beberapa dekade terakhir sebagai salah satu solusi atas permasalahan perubahan iklim tersebut. Penerapan ekonomi hijau yang menasar pada wilayah yang potensial merupakan suatu upaya yang perlu dilakukan. Jawa Timur sebagai salah satu sumber penggerak perekonomian nasional dengan kontribusi PDRB-nya mencapai 13,94 persen pada tahun 2022 merupakan target yang perlu terus didorong dalam penerapan ekonomi hijau. Apalagi indeks kualitas lingkungan hidup (IKLH) Jawa Timur pada 2021 masih mencapai 68,29 atau berada di bawah rata-rata nasional (Sakina, 2022). IKLH tersebut merupakan gambaran dari kualitas lingkungan hidup suatu wilayah yang mencakup kualitas air, udara, lahan dan air laut. Dari fakta tersebut terlihat bahwa pembangunan ekonomi hijau di Jawa Timur masih menjadi tantangan dalam pembangunan berkelanjutan. Hal tersebut sejalan pula dengan hasil penelitian Prasetyo (2021) yang menunjukkan bahwa banyak industri di Jawa Timur memiliki nilai efisiensi dibawah angka satu yang mengindikasikan belum efisiennya proses produksi, dan industri tersebut belum memenuhi kriteria Kementerian Perindustrian sebagai kategori industri hijau. Studi yang dilakukan Kadmaerubun dan Hermana (2013) menunjukkan bahwa Emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pada tahun 2025 di Jawa Timur dari sektor transportasi sebesar 41.550.009, 80 ton CO<sub>2</sub> dan sektor industri sebesar 1.063.646,64

ton CO<sub>2</sub>. Penelitian [Mustikaningrum dkk. \(2021\)](#) menunjukkan bahwa emisi Gas Rumah Kaca sektor pertanian di Kabupaten Tuban pada tahun 2019 mencapai 1.665,67 Gg CO<sub>2</sub>-eq dengan rincian subsektor pertanian sebesar 1092,50 Gg CO<sub>2</sub>-eq dan subsektor peternakan sebesar 573,17 Gg CO<sub>2</sub>-eq.

Penerapan ekonomi hijau tidak dapat dipisahkan dari peran pemerintah kabupaten/kota sebagai unit penting yang menggerakkan aktivitas ekonomi Jawa Timur. Kerusakan lingkungan di suatu kabupaten/kota akan memiliki dampak pada wilayah sekitarnya, begitu pula dengan pembangunan berkelanjutan di suatu kabupaten/kota akan berefek pula pada wilayah sekitarnya. Kondisi tersebut disebut pula dengan istilah efek *spillover*. Merujuk pada teori efek *spillover* tersebut, efek limpahan/ *spillover* didefinisikan sebagai dampak yang muncul karena adanya hubungan ketergantungan antardaerah, dan dampak tersebut dapat berupa dampak yang diharapkan/ dampak positif maupun dampak yang tidak diharapkan/ dampak negatif ([Richardson, 1976](#); [Wong dan Tiongson, 1980](#); [Capello, 2009](#)). Kerusakan lingkungan akibat aktivitas ekonomi di suatu daerah dan berefek ke lingkungan daerah sekitarnya juga merupakan salah satu bentuk efek yang tidak diharapkan. Sehingga tarik menarik pola pembangunan yang memperhatikan aspek ekonomi, sosial dan lingkungan akan berefek secara agregat di regional Jawa Timur.



Sumber: [Sakina \(2022\)](#)

**Gambar 1: Peta Tematik IKLH per Provinsi Tahun 2021**

Kajian sebelumnya mengenai efek *spillover* ekonomi antar kabupaten/kota di Jawa Timur masih belum menitikberatkan pada ekonomi hijau. Penelitian [Laksono et. al. \(2018\)](#) dengan *lag spatial model* tahun 2012-2015 menghasilkan *negative growth spillover* yang mengindikasikan bahwa proses pembangunan di masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur cenderung bersifat tidak saling sinergis dan tidak saling menguatkan satu dengan lain yang berefek pada ketimpangan pertumbuhan ekonomi wilayah. Sementara itu, penelitian [Fudhail et. al. \(2021\)](#) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah pusat pertumbuhan di Jawa Timur sepanjang tahun 2009-2018 dan terjadi interaksi spasial yang kuat antara kabupaten/kota yang menjadi pusat pertumbuhan dengan daerah *hinterland*-nya. Dari tahun 2009 ke tahun 2018 daerah *hinterland* yang berinteraksi kuat dengan Kota Surabaya seperti Kabupaten Sidoarjo, Gresik dan Bangkalan. Penelitian [Wibisono dan Kuncoro \(2015\)](#) menunjukkan bahwa terdapat efek *spillover* pada kabupaten Gresik dan Sidoarjo yang berada di sekitar pusat pertumbuhan yaitu Kota Surabaya. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pembangunan di Jawa Timur masih terpusat di kawasan tengah dan interaksi terjadi pada kabupaten/kota yang memiliki performa ekonomi yang identik, efek dari *inter-regional complementarity*. Hasil kajian tersebut mengindikasikan bahwa terdapat efek *spillover* antara

beberapa kabupaten/kota di Jawa Timur meskipun belum melibatkan efek lingkungan di dalamnya. Sejalan dengan isu perubahan iklim yang terus bergulir, menjadi hal yang menarik untuk mengembangkan lebih lanjut efek *spillover* ekonomi di Jawa Timur tersebut dengan melibatkan isu lingkungan di dalamnya sebagai langkah awal dalam mengkaji efek *spillover* ekonomi hijau antar kabupaten/kota di Jawa Timur. Pelibatan kerusakan lingkungan dalam bentuk emisi dari aktivitas ekonomi wilayah sejalan pula dengan teori yang telah dikemukakan Richardson (1976); Wong dan Tiogson (1980) dan Capello (2009) sebelumnya yang dijadikan proksi sebagai efek yang tidak diharapkan dari *spillover*. Selain efek limpahan tersebut, ekonomi hijau memiliki determinasi yang bisa saja berbeda di setiap kabupaten/kotanya. Artikel ini disusun untuk mengakomodir keterbatasan beberapa referensi tersebut dengan mengkaji efek *spillover* ekonomi hijau di Jawa Timur sehingga artikel ini memiliki kontribusi terhadap literatur kajian ekonomi hijau khususnya di wilayah Jawa Timur.

Selanjutnya, penyusunan ekonomi hijau secara makro hingga level kabupaten/kota se-Jawa Timur menjadi tantangan baru dalam penyusunan artikel ini apalagi masih terbatasnya kajian khusus terkait hal tersebut. Keterbatasan data lingkungan di tingkat kabupaten/kota menjadi tantangan dalam penyusunan ekonomi hijau sehingga menjadi menarik dalam melakukan berbagai proksi untuk mengukur efek lingkungan dalam pembangunan. Sun dan Sun (2017) melakukan pendekatan analisis komponen utama dalam mengukur indeks emisi CO<sub>2</sub> di Cina dengan memanfaatkan beberapa variabel dari data sekunder seperti konsumsi batu bara, PDB sektor primer-sekunder-tercier, populasi, urbanisasi, jumlah kendaraan, produksi baja, investasi, konsumsi akhir, dan data histori CO<sub>2</sub>. Qi dkk. (2023) juga melakukan pendekatan dengan analisis komponen utama-GS-KNN dalam mengukur emisi CO<sub>2</sub> di Cina pada sektor pertanian dengan pendekatan variabel PDB pertanian per kapita, struktur sektor pertanian, pendapatan, teknologi pertanian, dan konsumsi energi di pertanian. Hal tersebut juga sejalan dengan manual yang diterbitkan oleh KLHK (2021) yang merujuk IPCC 2006 dalam mengukur emisi karbon pada sektor energi, industri, pertanian, kehutanan dan lahan, serta limbah. Manual tersebut diantaranya melakukan pengukuran dengan pendekatan pencatatan data aktivitas produksi padi sawah dan komoditas ternak untuk mengukur emisi di sektor pertanian. Sektor energi mencakup aktivitas penggunaan energi pada industri pengolahan, transportasi, residen, institusi, dan sebagainya. Berdasarkan referensi tersebut, artikel ini mengusulkan tenaga kerja dan modal sebagai faktor input, dan *brown economy* (pendekatan PDRB) dan efek emisi dalam aktivitas pertanian, industri pengolahan, dan rumah tangga sebagai faktor output dalam mengukur ekonomi hijau di setiap kabupaten/kota se-Jawa Timur. Proksi efek emisi pada faktor output digunakan dalam artikel ini dilatarbelakangi oleh kegiatan pertanian (tanaman pangan, hortikultura, peternakan), dan industri pengolahan di Jawa Timur tergolong potensial, begitu pula dengan populasi penduduknya yang besar secara nasional.

Kajian yang dilakukan oleh Purwanti dan Dianzah (2023) mengenai Capaian Pembangunan Inklusif Hijau Pada Tingkat Kabupaten/Kota Di Jawa Timur dengan *Balanced Inclusive Green Growth Index* masih berfokus pada pengukuran ekonomi hijau dengan menelaah faktor-faktor penyusunnya. Sementara itu, artikel ini tidak hanya mengusulkan pengukuran ekonomi hijau dengan pendekatan GTFP (*Green Total Factor Productivity*) namun menguji dampak heterogenitas spasial dengan variabel prediktor inovasi teknologi dan inovasi institusi terhadap ekonomi hijau secara spasial di Jawa Timur. Apalagi implementasi ekonomi hijau tidak bisa lepas dari semakin masifnya perkembangan teknologi saat ini dan juga ragam kebijakan pemerintah dalam penerapannya. Inovasi teknologi tersebut diproksi dari indeks pembangunan TIK, dan aspek inovasi institusi diproksi melalui indeks kapasitas fiskal daerah, regulasi lingkungan, dan sistem investasi terbuka.

## Telaah Literatur

### ***Disparitas Wilayah di Jawa Timur***

Disparitas wilayah menurut ILO (International Labour Organization) adalah perbedaan kinerja ekonomi dan kesejahteraan antar wilayah. Menurut Karin Vorauer (2007) dalam (Aprianoor dan Muktiali, 2015), ketimpangan wilayah adalah ketidakseimbangan struktur ruang di dalam suatu wilayah atau antar wilayah. Jawa Timur memiliki 38 kabupaten/kota yang merupakan jumlah terbesar di Indonesia. Hal ini menimbulkan perbedaan budaya yang membuat kegiatan ekonomi tiap daerah berbeda, sehingga membuat kinerja ekonomi antar daerah di Jawa Timur terindikasi berbeda. Penelitian tentang ketimpangan wilayah di Jawa Timur dilakukan oleh Islami & Nugroho (2018) tentang faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu investasi, angkatan kerja, dan indeks pembangunan manusia. Selain itu, penelitian juga dilakukan oleh Noto (2016) yang menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi ketimpangan wilayah di Jawa Timur antara lain upah minimum regional, angkatan kerja, indeks pembangunan manusia, dan pengeluaran pemerintah.

### ***Teori Pertumbuhan Ekonomi Hijau dan Determinannya***

Ekonomi hijau diakui sebagai alat untuk mencapai pembangunan sosial, ekonomi, dan lingkungan yang berkelanjutan pada Konferensi PBB tentang Pembangunan Berkelanjutan (UNEP, 2009). Ekonomi hijau meningkatkan kesejahteraan manusia dan kesetaraan sosial sambil secara signifikan mengurangi risiko lingkungan dan kelangkaan ekologi, menurut Program Lingkungan PBB. Ekonomi hijau adalah ekonomi yang rendah karbon, efisien sumber daya, dan inklusif secara sosial. Mereka mendorong pertumbuhan lapangan kerja dan pendapatan melalui investasi publik dan swasta ke dalam kegiatan ekonomi, infrastruktur, dan aset, yang mengurangi emisi karbon dan polusi, meningkatkan efisiensi energi dan sumber daya, dan mencegah kehilangan jasa ekosistem dan keanekaragaman hayati.

### ***Green Total Factor Productivity (GTFP)***

KTT Bumi pada tahun 1992 merekomendasikan strategi pembangunan berkelanjutan yang berfokus pada perlindungan lingkungan dan pembangunan ekonomi, dan produksi hijau telah muncul sejak tahun 1994 (Rusiawan dkk, 2015). Menurut Asian Productivity Organization-APO (2002), produktivitas hijau dianggap sebagai cara praktis untuk menjawab tantangan pembangunan berkelanjutan. Tujuan program ini adalah untuk meningkatkan produktivitas sambil mengurangi kerusakan lingkungan. Rusiawan et al. (2015) mengukur produktivitas hijau Indonesia dari tahun 1975 hingga 2012. Untuk komponen input, proksi stok modal dan tenaga kerja digunakan. Untuk komponen output, proksi PDB dan emisi karbon dioksida yang merupakan hasil kerusakan lingkungan dari aktivitas ekonomi digunakan. Analisa Envelopment Data (DEA) dengan indeks Malmquist menunjukkan bahwa peningkatan TFP tanpa emisi CO<sub>2</sub> memberikan kontribusi yang kecil terhadap pertumbuhan ekonomi dari tahun 1976 sampai 2011 yaitu sekitar -0,62%.

Jika nilai produktivitas negatif, ini menunjukkan bahwa faktor produksi tidak efisien, yaitu pertumbuhan output kurang dari pertumbuhan modal dan tenaga kerja. Antara tahun 1976 dan 2010, pertumbuhan GTFP rata-rata 1,83% per tahun, dan emisi CO<sub>2</sub> rata-rata 6,62% per tahun. Ini menunjukkan bahwa kegiatan ekonomi memiliki korelasi positif dengan emisi CO<sub>2</sub>. Namun, untuk menjaga pertumbuhan GTFP tetap rendah, diperlukan upaya untuk memastikan bahwa nilai output selalu lebih besar daripada nilai input dan emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan produksi. Studi Han dkk. (2021) mengukur GTFP di 266 kota di China dari tahun

2004 hingga 2018, menggunakan indeks Malmquist global. Mereka melihat komponen input, yaitu tenaga kerja, modal, dan konsumsi listrik, dan komponen output berupa PDB serta komponen output dari aktivitas ekonomi berupa emisi limbah pada air, emisi SO<sub>2</sub>, dan polusi udara. Dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 1,0327 selama periode penelitian, atau rata-rata pertumbuhan GTFP adalah 3,27%, GTFP tersebut jauh lebih rendah dari rata-rata pertumbuhan PDB sebesar 9,14%, yang menunjukkan fenomena pertumbuhan ekonomi yang mengorbankan sumber daya dan lingkungan. Dengan mempertimbangkan kemajuan dan peningkatan efisiensi teknologi, GTFP dengan indeks malmquist disusun.

### **Penelitian Terdahulu**

Studi yang dilakukan oleh Cheng dkk (2018) menggunakan pengukuran Global Malmquist-Luenberger (GML) untuk mengukur produktivitas total faktor hijau (GTFP) industri ekonomi China. Penelitian tersebut menemukan bahwa regulasi lingkungan dapat meningkatkan GTFP, dan bahwa struktur asuransi dan hak milik berkontribusi positif terhadap peningkatan GTFP, tetapi, struktur modal dan energi memiliki dampak negatif terhadap peningkatan GTFP.

Studi yang dilakukan oleh Han dkk (2021) menyelidiki faktor-faktor yang mendorong pertumbuhan ekonomi hijau di kota-kota di China. Mereka menggunakan kerangka kerja pertumbuhan ekonomi hijau Bank Dunia, yang mencakup modal, tenaga kerja, lingkungan, dan kebijakan yang mendorong pertumbuhan ekonomi hijau. Penelitiannya menemukan bahwa inovasi teknologi dan institusi adalah faktor pendorong pertumbuhan ekonomi hijau. Inovasi institusi meliputi empat komponen: sistem keterbukaan investasi, regulasi lingkungan, sistem harga sumber daya, dan sistem desentralisasi fiskal. Hasilnya menunjukkan bahwa inovasi teknologi dan institusi secara signifikan mendorong pertumbuhan ekonomi hijau perkotaan di China. Studi oleh Tian dan Tiu (2021) mengenai dampak spasial ekonomi hijau di China menemukan bahwa limpahan spasial memengaruhi efisiensi ekonomi hijau, dan kemajuan informasi sangat memengaruhi efisiensi.

Penelitian oleh Liu dkk (2021) tentang efisiensi pembangunan industri hijau di China menggunakan Multiscale Geographical Weighted Regression (MGWR) menyatakan bahwa inovasi teknologi, regulasi pemerintah, dan tingkat konsumsi termasuk dalam skala global, dan hampir tidak ada heterogenitas spasial. Faktor pendorong lainnya adalah urbanisasi, struktur industri, perkembangan ekonomi, dan kepadatan penduduk menurut skala spasialnya. Terakhir, pengaruh perkembangan ekonomi dan inovasi teknologi memiliki struktur sirkular tertentu dalam ruang. Namun, ada pengaruh jumlah penduduk terutama terjadi di kota-kota pesisir tenggara dan provinsi timur laut; pengaruh urbanisasi lebih jelas di provinsi paling utara Sungai Yangtze, sedangkan struktur industri terutama terkonsentrasi di kota paling selatan Sabuk Ekonomi Sungai Yangtze (YREB). Secara spasial, pengaruh konsumsi dimanifestasikan sebagai kecenderungan distribusi menurun dari utara ke selatan, dan peraturan pemerintah dimanifestasikan sebagai peningkatan dari barat ke timur dan kemudian ke timur laut.

### **Kerangka Konseptual**

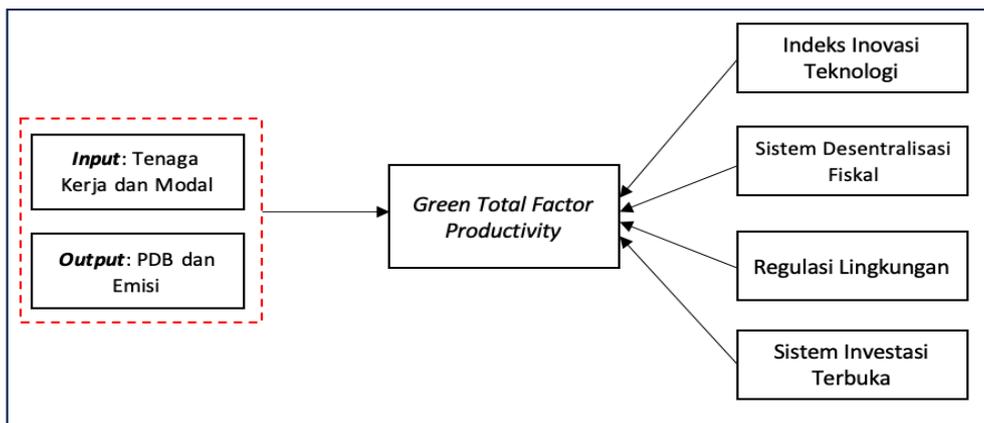
Penyusunan kerangka konseptual pada penelitian ini mengacu ada beberapa teori dan penelitian terdahulu. Secara konsep GTFP, penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Cheng dkk (2018) yang menggunakan pengukuran *the Global Malmquist-Luenberger* (GML) sebagai indeks mengukur *Green Total Factor Productivity* (GTFP). Adapun dalam menyusun indeks GTFP, penelitian ini mengacu pada penelitian Rusiawan dkk (2015) yang mengukur GTFP Indonesia tahun 1975-2012 menggunakan komponen input yaitu proksi stok modal dan tenaga kerja, sedangkan komponen output yaitu proksi PDB serta emisi CO<sub>2</sub>

sebagai output kerusakan lingkungan dari aktivitas ekonomi. Selain itu, dalam menyusun emisi, penelitian ini tidak hanya menggunakan emisi CO<sub>2</sub>, melainkan beberapa indikator penyusun emisi pertanian, emisi ternak, dan emisi industri. Hal ini mengacu pada penelitian [Mustikaningrum dkk \(2021\)](#) tentang emisi gas rumah kaca sektor pertanian di Kabupaten Tuban. Untuk emisi industri mengacu pada penelitian [Qi \(2023\)](#) dan [Sun dan Sun \(2017\)](#) yang menggunakan emisi CO<sub>2</sub> pada penelitiannya.

Sebagai faktor yang diduga memberikan dampak, penelitian ini mengacu pada konsep pertumbuhan hijau dari Bank Dunia yang sebelumnya telah dilakukan oleh Han et al (2021) dengan melibatkan inovasi teknologi dan inovasi institusi sebagai faktor yang diduga ada pengaruhnya terhadap pertumbuhan ekonomi hijau.

Alat atau metode yang digunakan dalam menganalisis GTFP dan determinannya, penelitian ini menggunakan analisis spasial dan MGWR yang mengacu pada penelitian [Tian dan Tiu \(2021\)](#) tentang efek spasial dari ekonomi hijau di China dan Penelitian oleh [Liu dkk \(2021\)](#) tentang efisiensi pembangunan industri hijau di China menggunakan Multiscale Geographical Weighted Regression (MGWR).

Berdasarkan uraian tersebut, maka kerangka konseptual pada penelitian ini diringkas pada gambar berikut:



**Gambar 2: Kerangka Konsep**

Kerangka konsep tersebut menjelaskan bahwa indeks *Green Total Factor Productivity* (GTFP) disusun oleh variabel *input* berupa jumlah tenaga kerja dan pembentukan modal tetap, dan variabel *output* berupa PDRB dan emisi pertanian, ternak, dan industri. Indeks GTFP tersebut diduga dapat dipengaruhi oleh inovasi teknologi yaitu indeks pembangunan TIK dan tiga aspek inovasi institusi yaitu indeks kapasitas fiskal daerah, regulasi lingkungan, dan sistem investasi terbuka. Dari kerangka konsep tersebut, maka diperoleh beberapa hipotesis penelitian sebagai berikut.

**Tabel 1: Hipotesis Penelitian**

Hipotesis	Perumusan
Hipotesis 1	Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi berpengaruh positif terhadap indeks <i>Green Total Factor Productivity</i>
Hipotesis 2	Indeks Kapasitas Fiskal Daerah berpengaruh positif terhadap indeks <i>Green Total Factor Productivity</i>
Hipotesis 3	Regulasi Lingkungan berpengaruh positif terhadap indeks <i>Green Total Factor Productivity</i>
Hipotesis 4	Sistem Investasi Terbuka berpengaruh positif terhadap indeks <i>Green Total Factor Productivity</i>

Selain hipotesis di atas, penelitian ini juga mengkaji apakah ada efek dependensi spasial dan heterogenitas spasial dari masing-masing variabel independen yaitu indeks pembangunan TIK, indeks kapasitas fiskal daerah, regulasi lingkungan, dan sistem investasi terbuka terhadap GTFP pada kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur.

## Metode Penelitian

### Data

Penelitian ini mengangkat permasalahan perekonomian hijau di Provinsi Jawa Timur, sehingga Provinsi Jawa Timur menjadi populasi yang diamati, sedangkan sampel untuk melakukan analisis baik deskripsi dan pemodelan adalah 38 kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur. Data yang digunakan merupakan jenis data panel dikarenakan terdiri dari data *cross-section* yaitu 38 kabupaten/kota dan data berbasis *time series* yaitu periode amatan 2018-2022. Adapun data yang digunakan adalah data sekunder dengan variabel-variabel penelitian yang diambil dari beberapa sumber, antara lain:

**Tabel 2: Variabel Penelitian**

Variabel	Satuan	Metode/Indikator	Notasi	Sumber
<b>Variabel Dependen</b>				
Green Total Factor Productivity	Poin	Malmquist Productivity Index	GTFP	Penghitungan peneliti
<b>Variabel Independen</b>				
Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (IP-TIK)	Persentase	Indeks komposit dari perkembangan akses digital, pembangunan infrastruktur digital, dan laju sektor (lapangan usaha) informasi dan komunikasi	IP-TIK	BPS
Sistem Desentralisasi Fiskal	Poin	Indeks Kapasitas Fiskal Daerah	IKFD	Kementerian Keuangan
APBD Lingkungan	Persentase	Persentase Nilai Tambah Pengelolaan Air, Limbah, Daur Ulang, dan Sampah terhadap PDRB	RL	BPS
Sistem Investasi Terbuka	Triliun rupiah	Penanaman Modal Asing	PMA	Badan Koordinasi Penanaman Modal

**Tabel 3: Indikator Pembentuk GTFP**

Variabel	Satuan	Metode/Indikator	Notasi	Sumber
<b>Faktor Input</b>				
Tenaga Kerja	Persentase	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	TPAK	BPS
Modal	Juta rupiah	Pembentukan Modal Tetap Bruto	PMTB	BPS
<b>Faktor Output</b>				
PDB	Juta rupiah	Produk Domestik Regional Bruto	PDRB	BPS
Emisi Pertanian, Ternak, dan Industri	Poin	Indeks komposit dari: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Luas panen padi sawah (Ha)</li> <li>2. Populasi sapi potong (ekor)</li> <li>3. Persentase rumah tangga pengguna gas LPG (persen)</li> <li>4. Persentase rumah tangga memasak dengan kayu bakar (persen)</li> <li>5. Persentase rumah tangga pengguna PLN (persen)</li> <li>6. Jumlah kendaraan bermotor (unit)</li> <li>7. Jumlah industri besar dan sedang (unit)</li> <li>8. Jumlah industri menengah dan kecil (unit)</li> </ol>	EM	BPS

Penelitian ini menggunakan Green Total Factor Productivity (GTFP) sebagai variabel dependen yaitu variabel yang menunjukkan pertumbuhan ekonomi hijau. GTFP dibentuk dari faktor input dan output. Faktor input yang digunakan yaitu tenaga kerja dan modal, sedangkan faktor output yang digunakan yaitu PDRB dan emisi baik emisi dari ternak maupun udara (Rusiawan dkk, 2015). Indikator-indikator tersebut disusun menjadi indeks GTFP menggunakan pendekatan Malmquist Productivity Index (MPI). Indikator setiap faktor dijelaskan dalam Tabel 7.

### **Desain Penelitian**

Desain penelitian ini yaitu analisis eksploratori dan analisis eksplanatori. Analisis eksploratori meliputi deskripsi untuk melihat gambaran umum dari *Green Total Factor Productivity* (GTFP) dan determinannya pada 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Adapun analisis eksplanatori pada penelitian ini menggunakan model ekonometrika spasial panel untuk mengkaji efek spasial dari perspektif dependensi (interaksi) spasial serta pemodelan *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk mengkaji heterogenitas spasial yang terjadi. Dependensi spasial menitikberatkan pada interaksi spasial yang terjadi antar 38 kabupaten/kota dengan mengasumsikan semua variabel memiliki efek yang sama terhadap *Green Total Factor Productivity* (GTFP) pada 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Sementara itu, heterogenitas spasial menunjukkan adanya pengaruh atau efek yang heterogen antar kelompok (klaster) pada 38 kabupaten/kota. Pemodelan spasial berupa GWR dilakukan untuk melihat pengaruh determinan yang terdiri dari inovasi teknologi dan inovasi institusi terhadap GTFP.

### **Metode Analisis Data**

#### *GTFP dengan Pendekatan Malmquist Productivity Index (MPI)*

Indeks produktivitas Malmquist untuk unit produksi diperkenalkan oleh Bjurek (1996) berdasarkan tingkat teknologi pada waktu  $k$ ,  $k=1$ , dan  $k=t+1$  (Putri dan Sukmaningrum, 2020). Indeks yang dibangun dapat berupa rasio antara indeks input dan indeks output, atau rasio antara indeks malmquist input dan output, sesuai dengan persamaan berikut.

$$MTFP_k = \frac{MO_k(y_t, y_{t+1}, x_k)}{MI_k(y_t, y_{t+1}, x_k)} = \frac{E_k^0(y_{t+1}, x_k)/E_k^0(y_t, x_k)}{E_k^I(y_{t+1}, x_k)/E_k^I(y_t, x_k)} \quad (1)$$

Jika nilai indeks Malmquist kurang dari satu, ada penurunan produktivitas; jika nilainya lebih besar dari satu, ada peningkatan produktivitas; dan jika nilainya sama dengan satu, tidak ada perubahan dalam kinerja.

Studi ini menggunakan pendekatan MPI dengan orientasi output karena berfokus pada memaksimalkan output dengan memanfaatkan input yang tersedia. Ini melibatkan efek lingkungan sebagai output. Dua komponen MPI terdiri dari TECHCH, yang menunjukkan pemanfaatan teknologi dan inovasi selama proses produksi, dan EFFCH, yang menunjukkan kemampuan perusahaan untuk memaksimalkan output yang dihasilkan dengan sejumlah input yang tersedia (Putri dan Sukmaningrum, 2020). Penelitian ini menggabungkan beberapa penelitian sebelumnya untuk menentukan komponen input dan output serta melakukan proksi dengan beberapa variabel karena sumber data yang terbatas, terutama data lingkungan.

Keterbaruan dari penelitian ini yaitu komponen input berupa jumlah tenaga kerja dan PMTB, sedangkan komponen output berupa PDRB, emisi (pertanian, ternak, dan industri) dengan objek penelitian 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur periode 2018-2022.

**Tabel 4: Penelitian Terdahulu GTFP**

Peneliti	Komponen Input	Komponen Output	Objek
Han, dkk (2021)	Tenaga kerja, modal, dan konsumsi listrik	PDB, emisi air, emisi SO <sub>2</sub> , emisi udara	266 kota di China tahun 2004-2018
Sri, dkk (2021)	Stok modal dan tenaga kerja	PDB serta emisi CO <sub>2</sub>	Kota Kupang tahun 2016-2020
Rusiawan, dkk (2015)	Stok modal dan tenaga kerja	PDB serta emisi CO <sub>2</sub>	Indonesia tahun 1975-2012

### *Statistika Deskriptif*

Statistika deskriptif mengumpulkan dan menyajikan kumpulan data tanpa menarik kesimpulan apa pun. Analisis statistika deskriptif mencakup pembuatan tabel, diagram, dan grafik (Walpole, 2012).

### *Model Ekonometrika Spasial*

Pemodelan menggunakan regresi ekonometrika spasial panel dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembangunan teknologi informasi, sistem desentralisasi fiskal, regulasi lingkungan, serta sistem investasi terbuka terhadap GTFP dari data yang berbasis data panel yaitu gabungan data *cross section* dan *time series*. Pemodelan dengan regresi panel ini menganalisis model dugaan tanpa dan dengan efek spasial. Dalam penelitian ini, beberapa pemodelan regresi spasial panel diajukan untuk membandingkan model yang memiliki *goodness of fit* terbaik.

Sejak pergantian dekade, literatur ekonometrika spasial telah mengungkapkan minat yang meningkat dalam spesifikasi dan estimasi hubungan ekonometrika menggunakan kumpulan data panel. Ketertarikan ini sebagian besar dijelaskan oleh meningkatnya ketersediaan kumpulan data yang melacak evolusi unit spasial dari waktu ke waktu. Keuntungan lain dari data panel adalah memungkinkan para peneliti untuk melakukan pemodelan ekonometrika yang lebih maju daripada pendekatan *cross-sectional* yang telah menjadi fokus literatur ekonometrika spasial sejak akhir 1980-an.

Islam (2015) pertama kali memperkenalkan kerangka kerja konvergensi untuk data panel non-spasial. Kerangkanya bertujuan untuk memperbaiki bias yang berasal dari heterogenitas yang tidak teramati dan variabel yang dihilangkan. Kerangka data panel spasial awal untuk analisis konvergensi juga diusulkan oleh Arbia dkk (2005). Secara khusus, Arbia menggunakan model data panel efek tetap di mana efek spasial dimodelkan dengan melibatkan kovariat yang tertinggal secara spasial.

Elhorst (2010) merangkum hubungan antara model spasial dan efek interaksi spasialnya. Spesifikasi spasial yang paling umum mencakup variabel dependen yang tertinggal secara spasial, variabel independen yang tertinggal secara spasial, dan istilah kesalahan autokorelasi spasial secara bersamaan.

Namun, dalam penelitian ini, menggunakan spesifikasi yang paling umum (dan kompleks), kami memulai analisis konvergensi kami menggunakan model non-spasial paling dasar: model regresi linier standar (SLM) yang diestimasi menggunakan metode kuadrat terkecil biasa (OLS). Kami memulai dengan model ini karena model ini sederhana dan familiar bagi khalayak luas. Meskipun ini adalah model non-spasial, biasanya digunakan sebagai alat diagnostik dan tolak ukur untuk perbandingan dengan model spasial. Model spasial pertama yang kami perkirakan adalah model spasial autoregressive (SAR). Ini menunjukkan interaksi

spasial endogen melalui variabel dependen yang tertinggal secara spasial. Menggunakan notasi matriks, model SAR didefinisikan sebagai berikut:

$$y = \alpha i_n + \rho W y + X \beta + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (2)$$

dimana, dalam konteks penelitian ini,  $y$  menunjukkan *Green Total Factor Productivity*,  $W$  adalah struktur penghubung spasial,  $X$  adalah matriks yang berisi variabel independen,  $i_n$  adalah vektor satuan, dan  $\varepsilon$  adalah *error term*. Selanjutnya, Model Spatial Error Model dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$Y = \alpha_{IN+X}\beta + u \quad (3)$$

$$u = \lambda W u + \varepsilon \quad (4)$$

Model selanjutnya menggabungkan interaksi spasial dari dua model yang telah dijelaskan sebelumnya (SAR dan SEM). Dengan demikian, dalam studi literatur biasa disebut sebagai model SAC. Spesifikasi model ini adalah sebagai berikut:

$$y = \alpha i_n + \rho W y + X \beta + u, \quad u = W u + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (5)$$

Terakhir, model yang digunakan adalah model Durbin spasial (SDM), yang memungkinkan interaksi spasial dalam variabel dependen dan independen. Model ini ditentukan sebagai berikut:

Keempat spesifikasi spasial tersebut bersama dengan model OLS non-spasial digunakan untuk mengevaluasi pembangunan green economy dengan pendekatan Green Total Factor Productivity selama periode 2018-2022. Dalam hal metode estimasi, tiga metode estimasi dalam studi literatur untuk memperkirakan model spasial ini adalah pendekatan Maximum Likelihood (ML), Metode Momen (GMM), serta pendekatan Bayesian Markov Chain Monte Carlo (MCMC). Dari opsi estimasi ini, sebagian besar literatur ekonometrika spasial menggunakan pendekatan Maximum Likelihood. Hal ini disebabkan oleh estimasi ML memiliki lebih sedikit bias dan lebih efisien dengan sampel data yang kecil daripada estimasi GMM. Keterbatasan yang terkenal dari pendekatan ML, bagaimanapun, adalah asumsi bahwa kesalahan model regresi terdistribusi secara normal. [Arbia dkk \(2008\)](#) mengestimasi model konvergensi spasial untuk wilayah subnasional Eropa menggunakan metode ML dan GMM. Hasil mereka menunjukkan perbedaan kecil antara kedua metode ini. Dengan demikian, agar konsisten dengan sebagian besar literatur sebelumnya, kami memperkirakan model konvergensi spasial menggunakan pendekatan ML. Terakhir, untuk mengukur kecocokan model non-spasial dan spasial, kami menggunakan Kriteria Informasi Akaike (AIC) dan Kriteria Informasi Bayesian (BIC).

### *Geographically Weighted Regression*

Sebagaimana dinyatakan oleh [Fotheringham dkk \(2002\)](#), GWR adalah teknik statistika yang digunakan untuk menilai heterogenitas spasial. Apabila satu peubah bebas yang sama menunjukkan reaksi yang berbeda di tempat yang berbeda dalam satu area penelitian, ini disebut heterogenitas spasial. Parameter model dalam model GWR bersifat lokal untuk setiap titik di mana data diamati. Variabel respons  $y$  ditaksir oleh variabel prediktor dalam model GWR, dan masing-masing koefisien regresinya tergantung pada lokasi data diamati. Salah satu teknik regresi spasial yang menggunakan pendekatan titik yang berbasis wilayah adalah Geographically Weighted Regression. Model ini memperhitungkan lokasi data pengamatan, atau parameter untuk setiap lokasi pengamatan. Selain itu, model GWR dibangun dari regresi

lokal dengan Ordinary Least Square (OLS) menjadi regresi terboboti dengan Weighted Least Square (WLS) yang memperhatikan efek spasial. Nilai yang dihasilkan untuk setiap Parameter berbeda untuk setiap daerah. Model GWR biasanya memiliki bentuk berikut:

$$y_i = \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

Nilai pembobot pada model GWR mewakili letak data observasi satu sama lain, yang membuatnya sangat penting. Skema pembobotan pada GWR dapat dilakukan dengan berbagai cara. Ada sejumlah literatur yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya pembobot untuk masing-masing lokasi yang berbeda pada model GWR; salah satunya adalah fungsi kernel.

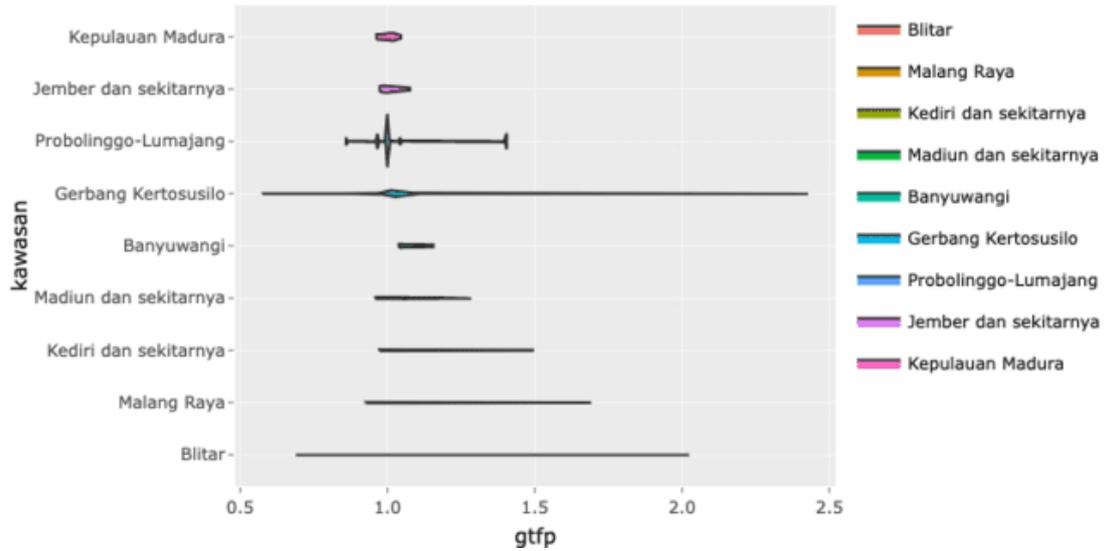
GWR berfokus pada heterogenitas spasial dan memungkinkan estimasi koefisien beta yang bervariasi secara lokal (Brunsdon dkk, 1996; Fotheringham dkk, 2003). Menurut Darmofal (2015), jika terdapat autokorelasi spasial, heterogenitas spasial harus diuji dan dimodelkan karena heterogenitas spasial yang tidak dimodelkan adalah bentuk kesalahan spesifikasi model. Penelitian ini mengidentifikasi adanya heterogenitas spasial pada Green Total Factor Productivity sebagai proksi implementasi green economy di Indonesia. Setiap determinan akan diuji apakah memberikan efek heterogenitas pada masing-masing klaster (wilayah) yang terbentuk. Efek heterogenitas tersebut diuji dengan menggunakan simulasi Monte Carlo mengikuti Ingram dan da Costa (2019) dan Lu dkk (2019). Kedua hasil memberikan dukungan kuat untuk penggunaan GWR.

Lokasi ditentukan oleh garis bujur dan garis lintang dari centroid masing-masing kabupaten dan perkiraannya didasarkan pada kernel yang dikondisikan oleh pengamatan lain dalam kumpulan data (Ingram dan da Costa, 2019). Makalah ini tertarik pada hasil yang heterogen dari prediktor yaitu, efek positif untuk beberapa kabupaten, dan efek negatif untuk beberapa kabupaten, yang tingkat signifikansinya di atas ambang konvensional 5%.

## Hasil dan Pembahasan

### ***Karakteristik Green Total Factor Productivity***

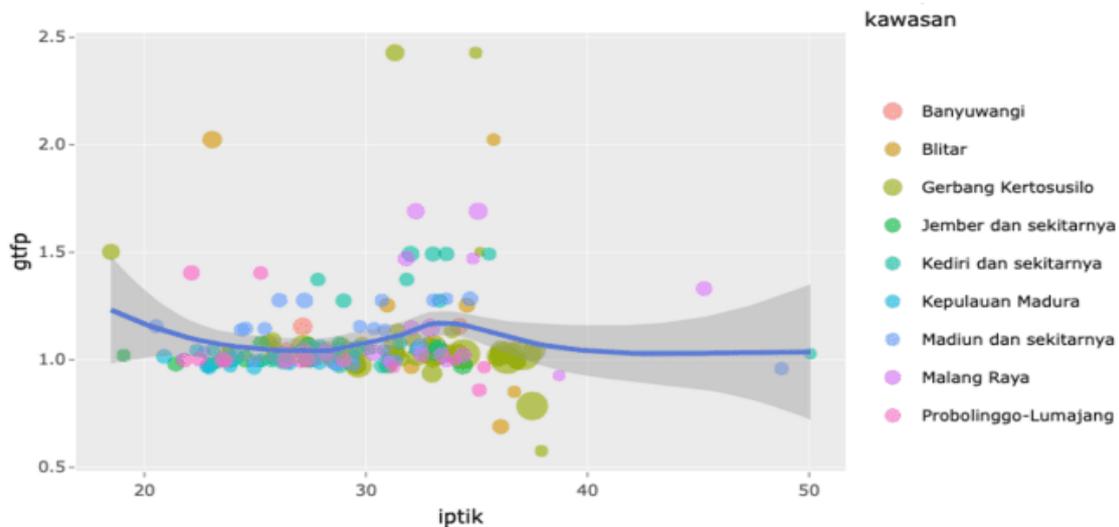
Penelitian ini menggunakan *Green Total Factor Productivity* sebagai proksi pembangunan ekonomi hijau di Jawa Timur. Meskipun prinsip *green economy* telah dicanangkan sejak beberapa tahun terakhir, tingkat pembangunan ekonomi hijau terutama pada level kabupaten/kota dan antar kawasan dengan karakteristik yang heterogen masih membutuhkan perhatian. Klasterisasi zona kawasan di Jawa Timur sebagai upaya dari percepatan pertumbuhan ekonomi membagi Jawa timur menjadi 9 kawasan dan diharapkan dapat bersinergi dalam mendorong percepatan pertumbuhan ekonomi. Grafik di bawah ini menunjukkan adanya variasi atau heterogenitas nilai produktivitas hijau antar kawasan. Kawasan Gerbang Kertosusilo merupakan kawasan yang memiliki pembangunan produktivitas hijau yang bervariasi selama periode 2018-2022, yang terlihat dari Violin Chart di bawah ini. Gerbang Kertosusilo yang merupakan kawasan yang terdiri dari beberapa kabupaten/kota, yakni Gerbang Kertasusila (Gresik-Bangkalan-Mojokerto-Surabaya-Sidoarjo-Lamongan) merupakan kawasan yang menjadi salah satu fokus percepatan pertumbuhan ekonomi hijau, yang merupakan pusat perekonomian dan industri. Meskipun pada kawasan ini menyumbang nilai produktivitas hijau yang tinggi, akan tetapi pemerataan pembangunan ekonomi tetap dibutuhkan agar dapat memperkecil kesenjangan di dalam kawasan itu sendiri. Sementara itu, pada kawasan Kepulauan Madura dan Banyuwangi memiliki variasi nilai produktivitas yang kecil namun secara rata-rata memiliki nilai produktivitas hijau yang kecil pula.



**Gambar 3: Violin Chart Rata-Rata Green Total Factor Productivity Kabupaten/Kota**

**Deskripsi Green Total Factor Productivity dan Determinannya**

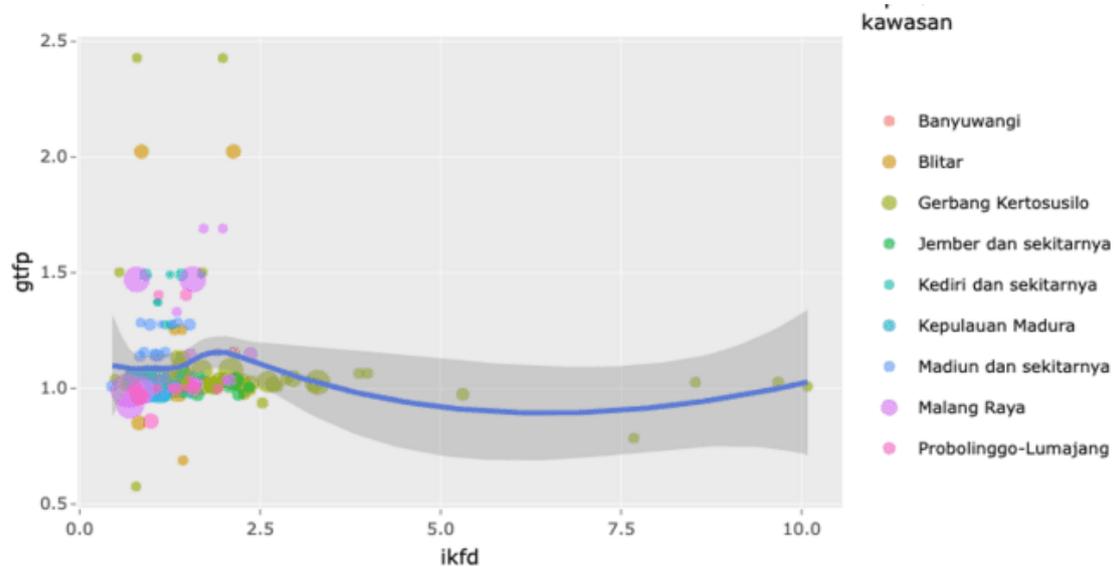
Dengan mempertimbangkan dampak limbah air dan udara yang dihasilkan oleh kegiatan industri barang dan jasa terhadap lingkungan, GTFP menunjukkan tingkat produktivitas ekonomi hijau di suatu wilayah. Nilai yang lebih tinggi dari GTFP menunjukkan bahwa produktivitas ekonomi hijau di wilayah tersebut lebih tinggi. Perkembangan GTFP regional di Jawa Timur dapat dipengaruhi oleh berbagai pendorong dan faktor internal dan eksternal. Gambaran GTFP yang diukur dengan indeks produktivitas malmquist di Jawa Timur secara rata-rata dan kaitannya dengan variabel lain dapat dijelaskan pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 4: Keterkaitan GTFP, IPTIK, dan IKFD antar Kawasan**

Grafik di atas menunjukkan keterkaitan antara indeks produktivitas hijau, pembangunan teknologi informasi, dan Indeks Kapasitas Fiskal Daerah dimana Besaran Indeks Kapasitas Fiskal Daerah ditandai dengan besaran (*size*) lingkaran (*dot*) pada tiap-tiap observasi. Kabupaten dengan GTFP tertinggi berada pada Kawasan Gerbang Kerto Susilo dan memiliki indeks pembangunan teknologi informasi dengan kategori sedang (range 30-40) dan nilai indeks

kapasitas fiskal daerah yang relatif rendah. Sebagian besar kabupaten/kota telah berada pada GTFP lebih dari 1 dan tingkat pembangunan teknologi informasi yang memadai ditandai dengan penumpukan atau pengumpulan observasi pada posisi intermediate (menengah).



**Gambar 5: Keterkaitan GTFP, IKFD, dan PMA antar Kawasan**

Grafik di atas menggambarkan keterkaitan antara Indeks Kapasitas Fiskal Daerah, GTFP, dan Sistem Investasi Terbuka antar kabupaten/kota secara rata-rata dimana Nilai Besar Investasi luar Negeri ditandai dengan besaran (*size*) lingkaran (*dot*) pada tiap-tiap observasi. Kabupaten dengan GTFP tertinggi berada pada Kawasan Gerbang Kerto Susilo dan memiliki Indeks Kapasitas Fiskal Daerah di bawah 2,5 (kategori cukup). Sebagian besar kabupaten/kota telah berada pada GTFP lebih dari 1 dan mengalami penumpukan pada indeks kapasitas fiskal daerah di bawah 2,5. Jika dilihat dari rasio investasi asing, wilayah Malang Raya dan Probolinggo-Lumajang memiliki rasio penerimaan investasi terbesar secara rata-rata dibandingkan kawasan lainnya, dan menyumbang indeks produktivitas ekonomi hijau secara rata-rata yang terbilang tinggi yaitu berada di kisaran 1,5.

**Tabel 5: Deskripsi Determinan GTFP**

Tahun	IPTIK	IKFD	RL	PMA
2018	27,20	1,512	51.356,366	0,672
2019	29,23	1,611	52.550,269	0,972
2020	33,39	1,471	55.839,632	0,711
2021	32,17	1,610	59.197,455	0,712
2022	27,22	1,614	62.475,019	0,662

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa pada Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (IPTIK) di 38 kabupaten/kota di Jawa Timur secara rata-rata cenderung mengalami peningkatan meskipun tidak terlalu tajam, meskipun lonjakan tertinggi ada pada masa pandemi dan early pandemic period. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan TIK di Jawa Timur terus mengalami persistensi seiring dengan era digitalisasi.

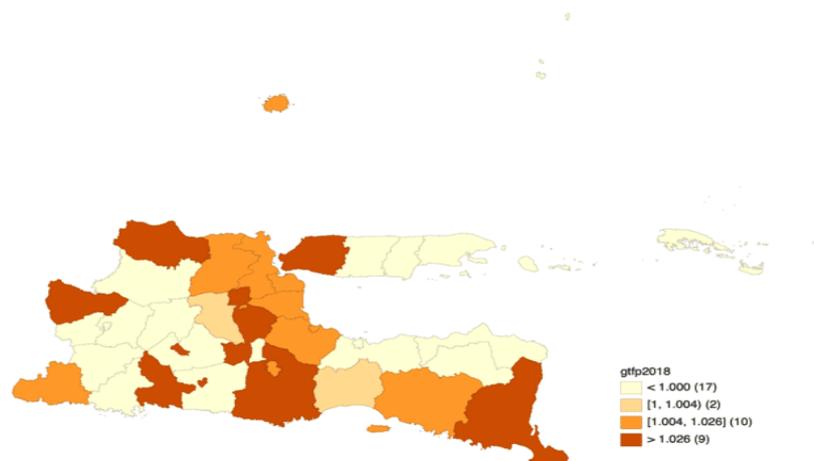
Indeks Kapasitas Fiskal Daerah (IKFD) menunjukkan tren yang meningkat dengan indeks tertinggi pada tahun 2022. Secara rata-rata, indeks kapasitas fiskal daerah di Jawa Timur masih tergolong rendah yang disebabkan oleh menurunnya alokasi dana yang digunakan untuk kebijakan fiskal daerah di Jawa Timur.

Dilihat pada Regulasi Lingkungan (RL) dimana pada penelitian ini menggunakan proksi nilai tambah bruto pengelolaan limbah, daur ulang, dan sampah menunjukkan peningkatan yang stabil tiap tahunnya. Hal ini mencerminkan bahwa literasi dan tingkat kepedulian pemerintah terhadap isu efisiensi lingkungan di daerah terus meningkat, dimana pada tahun 2022, secara agregat mengalami pertambahan value added terbesar secara rata-rata.

Pada Sistem investasi Terbuka (ST) yang digambarkan oleh rasio penanaman modal asing terhadap PDRB cenderung fluktuatif. Peningkatan tertinggi terjadi pada tahun 2019 dimana pada tahun tersebut merupakan masa dimana pandemi belum terjadi dan keterbukaan perdagangan serta ekonomi global masih berlangsung secara masif.

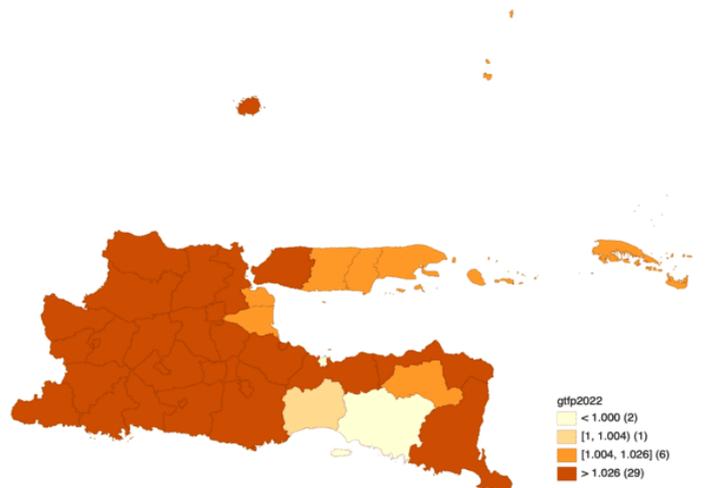
### **Sebaran Green Total Factor Productivity**

Setelah mengetahui deskripsi GTFP melalui grafik pada Gambar 3, perlu diketahui juga pola sebaran GTFP secara menyeluruh antar 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Distribusi GTFP dan pergerakannya pada periode 2018-2022 dapat dilihat pada Grafik di bawah ini. Pada tahun 2018, sekitar 21 kabupaten yang memiliki nilai indeks produktivitas hijau di atas 1, sedangkan 17 kabupaten/kota lainnya masih menyumbang nilai indeks produktivitas hijau dibawah 1. Hal ini menunjukkan intensitas pergerakan dan aktivitas ekonomi berbasis sirkular yang telah mulai berjalan dan tersebar pada lebih dari 50 persen kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur, yang menunjukkan adanya keterkaitan aktivitas ekonomi hijau antar satu kabupaten dengan kabupaten lainnya.



**Gambar 6: Sebaran Green Total Factor Productivity Kabupaten/Kota di Jawa Timur, 2018**

Pada tahun 2022, hanya 2 kabupaten/kota saja yang memiliki nilai indeks produktivitas hijau dibawah 1, sementara 36 kabupaten/kota lainnya menyumbang pembangunan ekonomi hijau di Jawa Timur dan memberikan kontribusi indeks dengan nilai lebih dari 1. Hal ini menunjukkan terjadinya *shifting* atau pergerakan selama kurun lima tahun. Di era adaptasi teknologi, provinsi Jawa Timur menunjukkan adanya peningkatan pada pembangunan ekonomi berbasis sirkular dan ekonomi berkelanjutan. Dengan menerapkan prinsip efisiensi lingkungan, kebijakan berbasis ekonomi sirkular telah terlihat dan menunjukkan adanya kemajuan. Asumsi adanya efek kewilayahan terlihat hingga level kabupaten/kota. Kabupaten Jember merupakan satu-satunya kabupaten yang memiliki nilai indeks produktivitas hijau di bawah 1. Hal ini tak terlepas dari pembangunan teknologi informasi di Jawa Timur dimana tingkat pembangunan digitalisasi di provinsi ini mencapai kategori baik dibandingkan provinsi-provinsi lainnya.



**Gambar 7: Sebaran Green Total Factor Productivity Kabupaten/Kota di Jawa Timur, 2022**

GTFP secara spasial antar kabupaten/kota di Jawa Timur menunjukkan pencapaian produktivitas hijau dengan trend meningkat selama tahun 2018-2022. Namun demikian, untuk mencapai pemerataan pembangunan ekonomi sirkular, dibutuhkan upaya yang konsisten untuk menjaga keseimbangan produktivitas hijau di segala sektor ekonomi, utamanya pada sektor industri.

### ***Pemodelan Regresi Spasial***

#### ***Matriks Pembobot Spasial***

Dalam kerangka analisis spasial, elemen mendasar dari autokorelasi spasial dalam analisis pertumbuhan adalah inklusi matriks bobot spasial. Ini menunjukkan di mana geografi yang berbeda diasumsikan berinteraksi, menunjukkan distribusi hubungan spasial. Matriks bobot spasial mirip dengan tingkat konektivitas spasial di antara objek spasial. Khususnya, derajat konektivitas spasial di antara sekumpulan M objek spasial dicerminkan oleh matriks  $M \times M$  yang disebut matriks bobot spasial dan didefinisikan oleh  $W$ . Setiap elemen  $(i,j)$  dari  $W$ , yang dilambangkan dengan  $w_{ij}$ , menyatakan derajat konektivitas spasial antara pasangan objek  $i$  dan  $j$ . Berdasarkan aplikasinya,  $M$  elemen diagonal utama dari  $W$  ditentukan nilai  $w_{ii} = 0$  atau nilai  $w_{ii} > 0$ . Beberapa spesifikasi digunakan untuk memilih apakah suatu area terkait secara spasial dengan yang lain. Dua matriks bobot yang paling umum adalah kedekatan atau batas dan jarak bersama. Variasi umum dari  $W$  adalah matriks bobot spasial terstandarisasi baris,  $W^{std}$ , yang elemen-elemennya dinotasikan sebagai:

$$W_{ij}^{std} = \frac{W_{ij}}{\sum_{j=1}^M W_{ij}} \quad (7)$$

Seperti yang dikemukakan Vidyattama (2014), Indonesia memiliki bentang alam yang unik secara geografis. Dengan demikian, matriks pembobotan spasial yang lebih tepat didasarkan pada jarak. Contiguity tidak tepat diterapkan dalam penelitian ini karena tidak mencakup batas-batas yang ditentukan oleh laut. Pada contiguity, matriks pembobotan spasial direfleksikan sebagai kondisi biner 1 jika terdapat batas bersama, sedangkan 0 sebaliknya. Indonesia terdiri dari 8 (delapan) pulau utama yang dipisahkan oleh laut, misalnya Kalimantan atau Sulawesi atau Jawa dan Sumatera, dengan ketentuan beberapa provinsi tidak akan

bertetangga. Berdasarkan pertimbangan tersebut, matriks bobot jarak akan lebih presisi dalam proses pendugaan parameter. Dalam studi ini, matriks invers jarak (inverse distance matrix) diaplikasikan pada data (Jarak ini memungkinkan semua kabupaten memiliki setidaknya satu tetangga).

#### *Dependensi Spasial melalui Model Ekonometrika Spasial Panel*

Penelitian ini menggunakan model ekonometrika spasial panel dengan menggunakan pendekatan region-fixed effect berdasarkan Baltagi (2005). Pemodelan data panel spasial merupakan metode analisis yang mengikutsertakan dimensi ruang dan waktu. Pada analisis ini, diperlukan set data yang merupakan gabungan antara data lintas individu dan deret waktu, yaitu berupa data yang diamati pada tiap-tiap lokasi pengamatan secara berkala dari waktu ke waktu. Sebelum melakukan pemodelan, terlebih dahulu dilakukan pengujian dependensi atau autokorelasi spasial untuk data panel, yaitu melalui uji Pesaran's Test dan Friedman's Test. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data antar wilayah dan waktu memiliki dependensi atau keterkaitan spasial (Lihat Tabel 6).

Dengan demikian, pemodelan spasial panel dapat dilanjutkan dengan mengimplementasikan beberapa model yang nantinya akan dipilih sebagai model terbaik.

**Tabel 6: Uji Pesaran dan Friedman**

Variables	Pesaran's Test	Friedman's Test
Pesaran's Test statistics	23.958	60.000
Average absolute value	0,672	0,672
<i>p-value</i>	0,000***	0,0098***

Catatan: \*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$

Berdasarkan Uji Hausman Test, juga terlihat bahwa model fixed effect lebih baik digunakan pada pemodelan regresi panel. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Tabel di bawah menunjukkan spesifikasi beberapa model regresi spasial dengan estimasi parameter dan indikator goodness of fit test.

Tabel 7 menyajikan perbandingan hasil estimasi dari beberapa model spasial panel. Pada tabel terlihat semua parameter autokorelasi spasial untuk setiap model baik SAR, SEM, SAC, maupun, SDM menunjukkan korelasi yang positif dan signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya interaksi wilayah yang signifikan dalam pembangunan ekonomi hijau pada regional Provinsi Jawa Timur. Selain itu, interaksi spasial tersebut terlihat dan tidak hanya terjadi pada pembangunan ekonomi hijau, namun juga pada determinan atau variabel pendorong *green economy* di Jawa Timur. Hal ini ditandai dengan signifikannya model Spasial Durbin yang mengindikasikan adanya keterkaitan antara variabel bebas antar wilayah dan menyebabkan efek spills-over. Dilihat dari nilai Log-Likelihood serta AIC dan BIC sebagai indikator kelayakan model (*goodness of fit test*), terlihat bahwa model SAC (*Spatial Autoregressive Combined*) merupakan model regresi spasial panel terbaik dengan mengkombinasikan nilai spatial lag sebesar 0,887 dan spatial lambda yang signifikan sebesar 1,223.

Tabel 8 menunjukkan efek spills-over dari masing-masing variabel bebas terhadap pembangunan ekonomi hijau di wilayah kabupaten itu sendiri dan juga pada wilayah tetangga. Direct effect melambangkan efek spasial dari variabel bebas yang terjadi di dalam kabupaten (wilayah) itu sendiri, sementara indirect effects melambangkan efek spasial dari variabel bebas di suatu wilayah dan berpengaruh pada pembangunan ekonomi hijau di wilayah

(kabupaten lain). Berdasarkan tabel, terlihat bahwa hanya Indeks Kapasitas Fiskal Daerah yang memiliki dampak spills-over terhadap pembangunan ekonomi hijau wilayah lain, dan memiliki pengaruh yang negatif. Ini menunjukkan peningkatan indeks kapasitas fiskal daerah di suatu wilayah akan berdampak negatif pada penerapan green economy wilayah (kabupaten) lain. Sebagaimana diketahui, Indeks kapasitas Fiskal Daerah mencerminkan gambaran alokasi keuangan suatu daerah. Jika alokasi anggaran atau dana di suatu daerah mengalami kenaikan, maka realisasi untuk mengimplementasikan pembangunan ekonomi sirkular akan semakin tinggi di wilayah tersebut, namun menurunkan produktivitas hijau wilayah kabupaten/kota lain yang menjadi tetangganya.

**Tabel 7: Goodness of Fit Test and Region-Fixed Effect Spatial Models**

Variabel	OLS	SLM	SEM	SAC	SDM
Jumlah Observasi	190	190	190	190	190
Constant	0,985 (0,108)				
IP-TIK	0,004 (0,004)	-0,002 (0,003)	-0,005 (0,005)	-0,006 (0,004)	-0,006 (0,004)
IKFD	0,000 (0,000)	0,000** (0,000)	0,000*** (0,000)	0,000*** (0,000)	0,000 (0,000)
RL	-0,000*** (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	-0,000
PMA	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)
R2 between	0,031	0,039	0,041	0,032	0,042
R2 overall	0,021	0,0036	0,005	0,005	0,006
AIC	1930,858	-129,9083	-130,144	-163,173	-129,113
BIC	1955,07	-110,4262	-110,662	-140,443	-96,643
Log-likelihood		50,4210	71,07212	88,586	74,556
Spatial rho (SLM)		0,579*** (0,077)			
Spatial Lambda (SEM)			0,604*** (0,079)		
Spatial rho (SAC)				1,223*** (0,164)	
Spatial Lambda (SAC)				0,887*** (0,031)	
Spatial Cross-regressive (SDM)					0,523*** (0,103)
Wx, IPTIK					0,008 (0,007)
Wx.IKFD					0,000 (0,000)
Wx.RL					0,001 (0,001)
Wx.PMA					-0,000** (0,001)

Catatan: Nilai di dalam tanda kurung merupakan robust standard errors

\*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$

Dilihat dari sebaran efek yang terjadi dengan menggunakan regresi ekonometrika spasial, *indirect effect* tidak menjadi pion utama dalam menentukan produktivitas atau pertumbuhan ekonomi hijau dari wilayah lain (spills-over effect). Hal ini dikarenakan adanya indikasi heterogenitas spasial antar wilayah (klaster) dimana masing-masing kelompok wilayah memiliki trigger atau driving factors yang heterogen dalam mempercepat pertumbuhan pembangunan ekonomi hijau. Atas pertimbangan tersebut, penelitian ini menggunakan analisis lanjutan yang mengevaluasi dan mengkaji efek kewilayahan untuk setiap kelompok klaster yang terbentuk.

**Tabel 8: Direct dan Indirect Effects**

Variabel independen	Variabel dependen: Green Total Factor Productivity (GTFP)		
	Long Run Direct effect	Long Run Indirect effect	Total Effects
IPTIK	-0,005 (0,005)	0,003 (0,003)	-0,002 (0,002)
IKFD	0,000** (0,000)	-0,000** (0,000)	0,001 (0,000)
RL	0,001 (0,002)	-0,000 (0,000)	0,000 (0,000)
PMA	-0,000 (0,002)	0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)

#### *Heterogenitas Spasial melalui Geographically Weighted Regression*

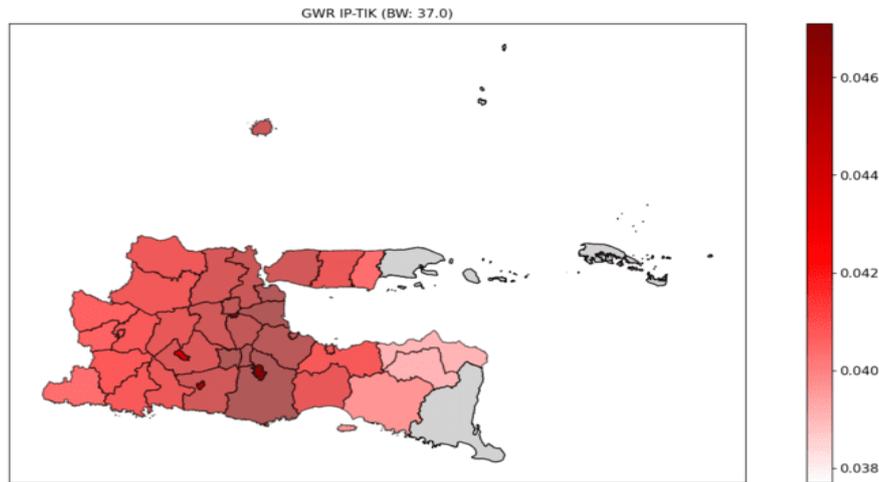
GWR memungkinkan estimasi koefisien yang bervariasi secara lokal untuk tiap prediktor dan berfokus pada heterogenitas spasial. Ini bertentangan dengan homogenitas spasial yang lebih sering terjadi diterapkan dan menimbulkan adanya kesalahan spasial dan spesifikasi lag spasial (Anselin, 1988). Dalam penelitian ini, simulasi Monte Carlo mengikuti Lu dkk (2019) dan penerapan Geographically Weighted Regression digunakan untuk menguji efek dari setiap variabel bebas yang berbeda untuk masing-masing kelompok amatan.

Berdasarkan hasil uji stasioneritas Monte Carlo yang dilaporkan dalam Lampiran 1, semua variabel, baik variabel independen maupun variabel dependen – memiliki pengaruh yang bervariasi secara spasial dan memiliki nilai p-value < 0.05. Hasil ini memberikan justifikasi untuk menerapkan model GWR. Selain itu, hasil uji multikolinearitas lokal menunjukkan bahwa tidak ada variabel yang saling berkorelasi (tidak ditemukan multikolinearitas), dapat dilihat pada matriks korelasi pada Lampiran 2.

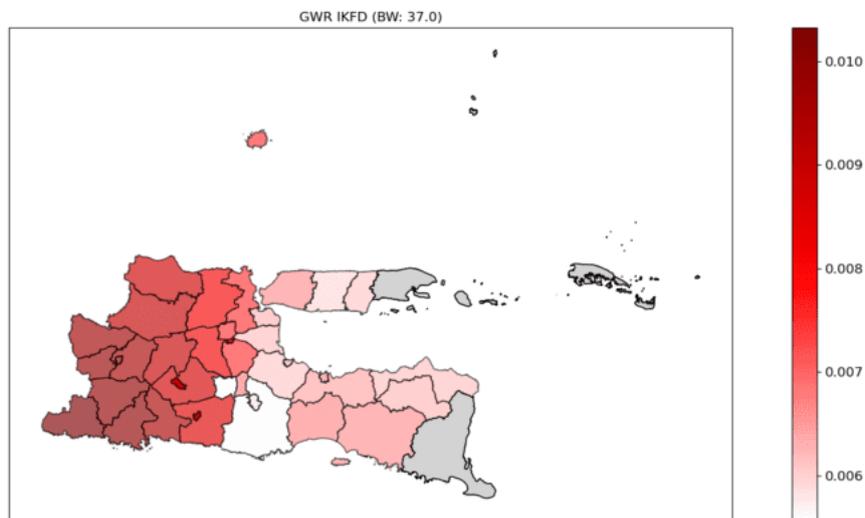
Dalam bentuk yang paling sederhana, GWR dapat dinyatakan sebagai:

$$g\_GTFP_i = \beta_{1i}IPTIK_i + \beta_{2i}IKFD_i + \beta_{3i}RL_i + \beta_{4i}PMA_i + \varepsilon_i \quad (8)$$

dimana  $g\_GTFP_i$  adalah pertumbuhan GTFP dari tahun 2018 ke 2022 untuk kabupaten- $i$ ,  $IPTIK_i$  adalah Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi kabupaten- $i$ ,  $IKFD_i$  adalah indeks kebijakan fiskal daerah kabupaten- $i$ ,  $RL_i$  adalah realisasi APBD lingkungan kabupaten- $i$ ,  $PMA_i$  adalah Sistem investasi terbuka kabupaten- $i$ , dan  $\varepsilon_i$  merupakan istilah kesalahan acak di lokasi.  $\beta_i$  adalah vektor koefisien yang terkait dengan prediktor lokasi kabupaten- $i$ . Lokasi  $i$  diambil dari garis bujur dan garis lintang dari centroid masing-masing kabupaten dan pendugaannya  $\beta_i$  didasarkan pada kernel yang dikondisikan oleh pengamatan lain dalam kumpulan data.



**Gambar 8: Pemodelan GWR untuk Variabel IP-TIK**

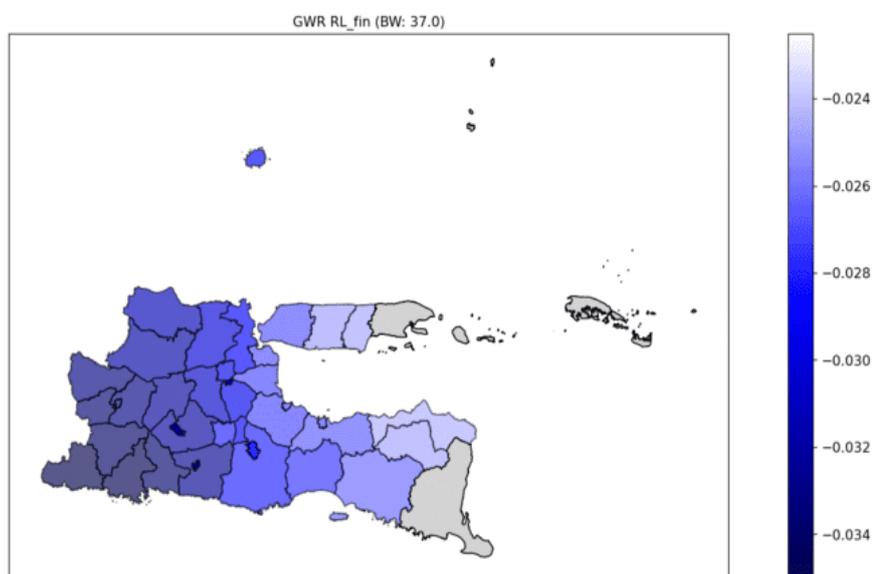


**Gambar 9: Pemodelan GWR untuk Variabel IKFD**

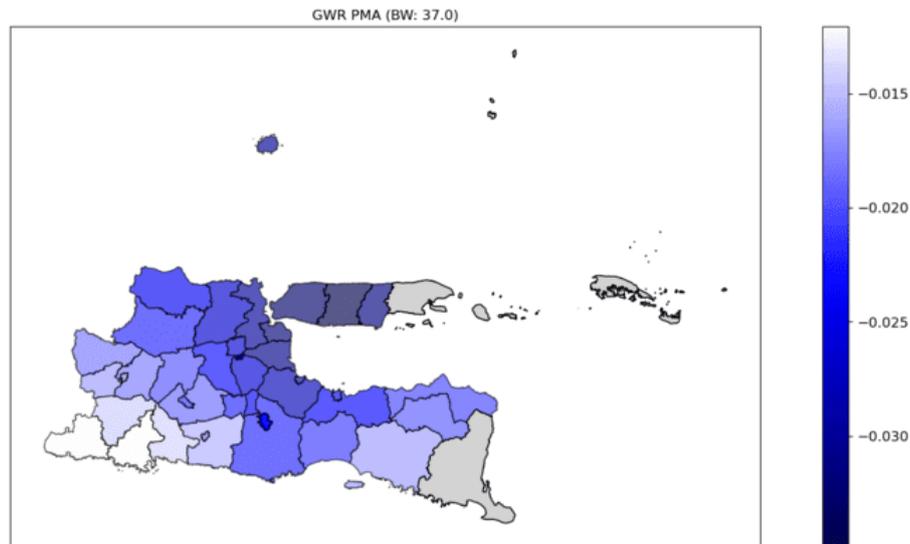
Berdasarkan Gambar 7 di atas, terlihat bahwa secara umum, pembangunan teknologi informasi dan komunikasi berpengaruh positif dan signifikan di hampir seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur. Terlihat bahwa beberapa kabupaten/kota memiliki koefisien parameter yang lebih besar dibandingkan kabupaten/kota yang lain, diantaranya Kota Blitar, Kota Malang, dan Kota Kediri. Hal ini menunjukkan pengaruh atau efek pembangunan digital yang sangat memberikan kontribusi terhadap implementasi green economy di tiga kabupaten/kota tersebut. Sementara itu, terdapat beberapa kabupaten/kota yang tidak mendapatkan efek spills-over pembangunan teknologi informasi dan komunikasi terhadap implementasi green economy di Jawa Timur, diantaranya Banyuwangi dan Sumenep. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [Imansyah, dkk. \(2023\)](#) yang menyatakan bahwa pembangunan ekonomi digital, melalui sektor teknologi informasi dan komunikasi, dengan mempertimbangkan inklusivitas sosial dapat mempercepat tercapainya pembangunan ekonomi hijau di Indonesia. Selain itu, [Farida dkk \(2023\)](#) dalam penelitiannya pada level provinsi di Indonesia dengan menggunakan data panel 2013-2021, membuktikan bahwa penggunaan telepon seluler dan adopsi serta pemanfaatan internet memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi hijau inklusif. Dengan demikian, pembangunan infrastruktur dan aksesibilitas teknologi informasi dan komunikasi, terkhusus di Indonesia bagian timur dan kawasan pedesaan harus ditingkatkan.

Dilihat dari sistem desentralisasi fiskal, variabel ini secara umum juga berpengaruh positif pada pembangunan ekonomi hijau di Jawa Timur. Hanya saja, terdapat beberapa kabupaten/kota yang memiliki efek spills-over tertinggi dari kebijakan desentralisasi fiskal terhadap pembangunan ekonomi hijau, diantaranya Kota Blitar dan Kediri. Sementara itu, pada Kabupaten Magetan, Ngawi, Ponorogo, dan Trenggalek, kebijakan desentralisasi fiskal berpengaruh positif pada pembangunan ekonomi hijau, tetapi tidak memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan wilayah Blitar dan Kediri. Di sisi lain, kabupaten Banyuwangi dan Sumenep tidak mendapat efek limpahan dari kebijakan desentralisasi fiskal terhadap pembangunan ekonomi hijau, ditandai dengan koefisien parameter GWR yang tidak signifikan. Meskipun studi yang dilakukan oleh [Zhan dan Liu \(2020\)](#) mengemukakan efek yang positif dan signifikan dari desentralisasi fiskal terhadap pembangunan ekonomi, beberapa temuan lain mengemukakan hasil sebaliknya. Efek spills-over yang tidak signifikan terlihat pada temuan studi yang dilakukan oleh [Fajri \(2023\)](#) yang menyatakan bahwa desentralisasi fiskal memiliki pengaruh negatif pada efisiensi pembangunan ekonomi hijau. Hal ini disebabkan oleh alokasi pengeluaran pemerintah daerah terkadang hanya berorientasi pada pembangunan fisik dan pertumbuhan ekonomi tanpa mempertimbangkan efek lingkungan. Sementara itu, hasil penelitian [Cheng dan Zhu \(2021\)](#) mendukung hasil penelitian tersebut dan menyatakan bahwa desentralisasi fiskal dapat meningkatkan polusi lingkungan pada level regional dan sekitarnya. Hal tersebut dapat berdampak pada kualitas pembangunan ekonomi berkelanjutan di daerah tersebut.

Pada variabel APBD lingkungan, secara umum terlihat bahwa realisasi APBD lingkungan berpengaruh negatif pada pembangunan ekonomi hijau di Jawa Timur. Hal ini terkonfirmasi dari koefisien estimasi GWR yang menunjukkan nilai negatif hampir di seluruh kabupaten/kota dengan koefisien parameter yang berbeda. Efek negatif terbesar dari realisasi APBD lingkungan terjadi pada wilayah perkotaan, yakni Kota Malang, Kota Blitar, dan Kediri. Asosiasi negatif ini terkonfirmasi dari penelitian yang dilakukan oleh [Holum \(2024\)](#) yang menyatakan bahwa peningkatan pengeluaran (anggaran) pemerintah untuk lingkungan berpengaruh positif terhadap prioritas peningkatan pertumbuhan ekonomi tanpa mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan, namun berbanding terbalik dengan upaya peningkatan ekonomi dengan memperhatikan aspek perlindungan lingkungan.



**Gambar 10: Pemodelan GWR untuk Variabel RL**



**Gambar 11: Pemodelan GWR untuk Variabel PMA**

Sistem investasi terbuka, yang didekati oleh persentase nilai investasi luar negeri terhadap PDRB juga menunjukkan pengaruh yang negatif terhadap pembangunan ekonomi hijau di Jawa Timur, ditandai dengan hampir seluruh kabupaten kota menunjukkan pengaruh yang negatif dari sistem investasi terbuka terhadap realisasi ekonomi hijau. Hal ini cukup menarik mengingat realisasi investasi luar negeri di Jawa Timur terpusat pada investasi sektor industri. Selain itu, sektor industri juga menyumbang share tertinggi pada perekonomian di Jawa Timur. Kota Malang memiliki koefisien negatif terbesar yang menyumbang penurunan pembangunan ekonomi hijau jika terjadi peningkatan arus investasi asing yang masuk ke kota ini. Sementara itu, penanaman investasi luar negeri yang berada di Kabupaten Banyuwangi, Sumenep, Trenggalek, dan Pacitan tidak berpengaruh signifikan pada pembangunan ekonomi hijau di Jawa Timur.

## Simpulan

### *Kesimpulan*

Analisis dalam menjawab permasalahan pada penelitian ini telah dilakukan. Beberapa simpulan dapat diambil untuk merangkum hasil dari analisis yang dilakukan.

- 1. Pertama**, secara eksploratori, Kawasan Gerbang Kertosusilo merupakan kawasan yang memiliki pembangunan produktivitas hijau yang bervariasi selama periode 2018-2022, sedangkan pada kawasan Kepulauan Madura dan Banyuwangi memiliki variasi nilai produktivitas yang kecil namun secara rata-rata memiliki nilai produktivitas hijau yang kecil pula. Produktivitas hijau ini merupakan gambaran dari aktivitas ekonomi pada masing-masing wilayah. Semakin kecil nilai GTFP maka aktivitas di wilayah setempat masih belum menerapkan ekonomi sirkular.
- 2. Kedua**, dari perspektif heterogenitas spasial, ditemukan bahwa setiap kelompok kabupaten/kota memiliki determinan pertumbuhan yang berbeda. Kota Malang, Blitar, dan Kediri adalah kabupaten yang paling diuntungkan dari pengembangan TIK dan kebijakan fiskal, yang mendorong peningkatan produktivitas hijau di wilayah tersebut. Sementara itu, perkembangan TIK dan kebijakan fiskal tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan hijau di Kota Sumenep dan Banyuwangi.

3. **Ketiga**, Dilihat dari perspektif kebijakan, hasil penelitian ini merekomendasikan bahwa kebijakan *one-size-fits-all* tidak dapat diterapkan untuk mendorong pemerataan pertumbuhan ekonomi hijau antar kabupaten/kota di Jawa Timur. Sebaliknya, modifikasi perlakuan (*treatment*) dan kebijakan yang berbeda berdasarkan heterogenitas spasial lebih strategis untuk diterapkan.

### **Keterbatasan**

Setiap penelitian perlu adanya batasan. Dalam penelitian ini, keterbatasannya antara lain:

1. Berdasarkan referensi yang digunakan pada penelitian ini, ketersediaan data untuk beberapa variabel tidak dapat menyediakan series/periode data yang panjang, sehingga pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan referensi tambahan dimana variabel yang digunakan nantinya dapat berupa series/periode yang lebih panjang.
2. Beberapa variabel dalam penelitian ini masih menggunakan proxy atau pendekatan yang menggambarkan variabel yang digunakan pada masing-masing daerah, oleh karena itu penelitian selanjutnya dapat menggunakan lebih banyak proxy agar lebih representatif dari variabel yang digunakan.

### **Saran dan Rekomendasi**

Saran dan rekomendasi yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Kawasan Gerbang Kertosusilo merupakan kawasan yang memiliki pembangunan produktivitas hijau yang bervariasi selama periode 2018-2022. Meskipun pada kawasan ini menyumbang nilai produktivitas hijau yang tinggi, akan tetapi pemerataan pembangunan ekonomi tetap dibutuhkan agar dapat memperkecil kesenjangan di dalam kawasan itu sendiri. Perlu adanya kebijakan berbasis kawasan agar pertumbuhan ekonomi hijau di masing-masing kawasan di Jawa Timur dapat lebih merata, tidak hanya berfokus pada suatu kawasan saja.
2. Himbauan berkala pada aktivitas ekonomi baik pada rumah tangga, pertanian, maupun industri pengolahan agar dapat menerapkan aktivitas yang memperhatikan keberlanjutan lingkungan agar perekonomian di wilayah tersebut semakin menerapkan sirkular.
3. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mampu mendorong aktivitas ekonomi hijau secara regional di Jawa Timur. Sebaiknya pemerintah daerah melakukan sosialisasi berbasis digital agar masyarakat mengetahui pentingnya ekonomi hijau. Kebijakan fiskal pada masing-masing daerah juga memberikan dampak positif bagi kemajuan ekonomi sirkular, sehingga perlu adanya aturan terkait penggunaan bahan baku atau penolong yang menghasilkan emisi rendah. Regulasi lingkungan yang diproksi melalui APBD lingkungan hidup perlu ditingkatkan agar terciptanya ekonomi hijau serta penanaman modal atau investasi perlu ditekankan pada aktivitas yang menerapkan ekonomi sirkular.
4. Kebijakan pembangunan yang berbeda disesuaikan dengan karakteristik atau heterogenitas serta variabel yang signifikan pada masing-masing kelompok klaster. Perbedaan *treatment* dan prioritas program kebijakan sangat menentukan pemerataan pertumbuhan ekonomi hijau di Jawa Timur.

5. Dalam era digital saat ini, pengembangan TIK akan semakin masif digaungkan oleh masyarakat. Kota Malang, Blitar, dan Kediri sangat diuntungkan dengan adanya pengembangan TIK dan kebijakan fiskal. Ketiga kabupaten tersebut perlu memberikan *impact* terhadap wilayah sekelilingnya dengan memperluas cakupan jaringan TIK. Sedangkan Kota Sumenep dan Banyuwangi, kedua variabel tersebut tidak signifikan, padahal era modern dibutuhkan TIK dalam kehidupan sehari-hari, terutama pengelolaan aktivitas ekonomi hijau. Kedua wilayah tersebut hendaknya membangun sarana dan prasarana TIK sebagai alat penunjang agar perkembangan TIK di wilayah tersebut semakin masif. Pemerataan jaringan TIK di seluruh wilayah Jawa Timur diperlukan untuk mengurangi kesenjangan.

## Daftar Pustaka

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Santa Barbara: Springer.
- APO. (2002). *Green Productivity and Sustainable Development, Report of APO 2ndWorld Conference on Green Productivity*. Manila: Philippines.
- Aprianoor, P., & Muktiali, M. (2015). *Kajian Ketimpangan Wilayah di Provinsi Jawa Barat*. *Jurnal Teknik PWK*, 4(4), 484-498.
- Arbia, G.; Basile, R.; & Piras, G. (2005). *Using Spatial Panel Data in Modelling Regional Growth and Convergence*. *ISAE Working Paper No. 55*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.936321>
- Arbia, G.; Gallo, J.L.; & Piras, G. (2008). *Does Evidence on Regional Economic Convergence Depend on the Estimation Strategy? Outcome from Analysis of a Set of NUTS2 EU Regions*. *Spatial Economic Analysis*, 3(2), 209-224. <https://doi.org/10.1080/17421770801996664>
- Baltagi, B. G. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*, Third Edition. England: John Wiley and Sons.
- Bjurek, H. (1996). The Malmquist Total Factor Productivity Index. *The Scandinavian Journal of Economics*, 98(2), 303-313. <https://doi.org/10.2307.3440861>
- BPS Jawa Timur. (2019). *Jumlah Kejadian Bencana Alam di Provinsi Jawa Timur Menurut Kabupaten/Kota*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Jawa Timur
- Brunsdon, C., Fotheringham, A. S., & Charlton, M. E. (1996). Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28(4), 281-298. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1996.tb00936.x>
- Capello, R. (2009). *Spatial Spillovers and Regional Growth: A Cognitive Approach*. *European Planning Studies*, 17(5), 639-658.
- Cheng, Z. H. et al. (2018). *Total Factor Carbon Emission Efficiency of China's Provincial Industrial Sector and Its Dynamic Evolution*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 94, 330-339. Elsevier Ltd.
- Cheng, Z., & Zhu, Y. (2021). The Spatial Effect of Fiscal Decentralization on Haze Pollution in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(36), 49774-49787. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14176-y>
- Darmofal, D. (2015). *Spatial Analysis for the Social Sciences*. New York, United States of America: Sheridan Books, Inc.

- Elhorst, J. P. (2010). Applied spatial econometrics: raising the bar. *Spatial economic analysis*, 5(1), 9-28.
- Fajri, M. N., Pratama, B. P., & Kharisudin, A. (2023). Fiscal Decentralization and Green Development Efficiency: Evidence from the New Capital “Nusantara” Buffer Zone. *Bestuurskunde: Journal of Governmental Studies*, 3(2), 103–115. <https://doi.org/10.53013/bestuurskunde.3.2.103-115>
- Farida, A., Karimi, S., & Putra, F. P. (2023). The Effect of Information and Communication Technology (ICT) on Inclusive Green Growth (IGG) in Indonesia. *International Journal of Economics Development Research (IJEDR)*, 4(4), 2011–2030. <https://doi.org/10.37385/ijedr.v5i1.3660>
- Fotheringham, A.S., Brundson, C. and Charlthorn, M. 2002. Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. John Wiley and Sons, Ltd. UK.
- Fudhail, I., Sambodo, H., & Purnomo, S. D. (2021). Identifikasi Pusat Pertumbuhan dan Analisis Interaksi Spasial Perekonomian di Provinsi Jawa Timur. *J-MAS (Jurnal Manajemen dan Sains)*, 6(1), 43-52.
- Han, Jing; Chen, Xi; Sun, Yawen. (2021). *Technology or Institutions: Which is the Source of Green Economic Growth in Chinese Cities?* 13, 10934.
- Holum, M. L., & Jakobsen, T. G. (2024). Economic growth versus the environment: government spending, trust, and citizen support for environmental protection. *Environmental Sociology*, 10(4), 420–431. <https://doi.org/10.1080/23251042.2024.2398503>
- IDN Times. 2022. *Rangkuman Bencana Alam Besar di Jatim Sepanjang 2022*. <https://jatim.idntimes.com/news/jatim/egydia-artamevia/rangkuman-bencana-alam-besar-di-jatim-c1c2?page=all>. Diakses pada 25 Juni 2024.
- Imansyah, M. H., Hartono, D., Putranti, T., Muzdalifah, M. (2023). The Impacts of Digital Economy on Green Economy: The Indonesian Miyazawa Model. *Polish Journal of Environmental Studies*, 32(2), 1609-1619. <https://doi.org/10.15244/pjoes/159123>
- Ingram, M. C., & da Costa, M. M. (2019). Political geography of violence: Municipal politics and homicide in Brazil. *World Development*, 124, 104592.
- Islam N. (2015). *Growth empirics: a panel data approach*. *Q J Econ*. 1995;110(4):1127–1170. doi: 10.2307/2946651.
- Islami, FS & Nugroho. (2018). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Ketimpangan Wilayah di Provinsi Jawa Timur, Indonesia*. Media Ekonomi dan Manajemen. Vol. 33 No. 1.
- Kadmaerubun, & Hermana. (2013). *Kajian Tentang Kontribusi Jawa Timur terhadap Emisi CO2 melalui Transportasi dan Penggunaan Energi*. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 1, (2013) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- KLHK. (2021). *Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2021*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
- Laksono, H., Rustiadi, E., & Siregar, H. (2018). *Spillover Spasial Negatif Pertumbuhan Ekonomi Antar Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur*. *Tataloka*, 20(3), 266-277. <https://doi.org/10.14710/tataloka.20.3.266-277>

- Liu, Ke; Qiao, Yurong; & Zhou, Qian. (2021). *Analysis of China's Industrial Green Development Efficiency and Driving Factors: Research Based on MGWR*. *Int J Environ Res Public Health*. 18(8): 3960.
- Lu, B., Harris, P., Charlton, M., Brunson, C., Nakaya, T., & Gollini, I. (2019). *GWmodel*. Rothamsted Research Harpenden, Herts, ALS 2jQ
- Mustikaningrum, Dhina; Kristiawan; & Suprayitno. (2021). *Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pertanian di Kabupaten Tuban: Inventarisasi dan Potensi Aksi Mitigasi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Noto, Gantara Hadi. (2016). *Analisis Ketimpangan Wilayah Antar Kabupaten/Kota dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi di Provinsi Jawa Timur*. Malang: Universitas Brawijaya
- Prasetyo, A. (2021). *Penerapan Kebijakan Green Economy di Tujuh Sektor Industri Kecil dan Menengah Jawa Timur*. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 25(1), 1-13. <https://doi.org/10.24123/jeb.v25i1.4717>
- Putri, M. R., & Sukmaningrum, P. S. (2020). Pengukuran Produktivitas Bank Umum Syariah Di Indonesia Dengan Indeks Malmquist. *Jurnal Ekonomi Syariah Teori dan Terapan*, 7(7), 1264-1275.
- Purwanti, Y., dan Yoshi Evlyn Nathania Dianzah, Analisis Capaian Pembangunan Inklusif Hijau Pada Tingkat Kabupaten/Kota Di Jawa Timur dengan Balanced Inclusive Green Growth Index. (2023). *Jurnal Akuntansi, Manajemen, Bisnis Dan Teknologi*, 3(2), 223-239. <https://doi.org/10.56870/ambitek.v3i2.101>
- Richardson, H. W. (1976). *Growth Pole Spillovers: the Dynamics of Backwash and Spread*. *Regional Studies*, 10(1), 1–9
- Rusiawan, Wawan & Tjiptoherijanto, Prijono & Suganda, Emirhadi & Darmajanti, Linda. (2015). *Assessment of Green Total Factor Productivity Impact on Sustainable Indonesia Productivity Growth*. *Procedia Environmental Sciences*. 28. 493-501. 10.1016/j.proenv.2015.07.059.
- Sakina, Hanum. (2022). *KLHK Kawal Perhitungan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup*. Diakses melalui: <https://ppkl.menlhk.go.id/website/index.php?q=1056&s=99d746fce4f09b8397f84131b830a865ab4308e1>
- Samidjo, J., dan Suharso, Y. (2017). *Memahami Pemanasan Global dan Perubahan Iklim*. *Majalah Ilmiah Pawiyatan*, 24 (2), p.36-46.
- Sri, et.al. (2021). *Perhitungan Green Total Factor Productivity (GTFP) pada Kota Kupang Menggunakan Software Win4DEAP*. TALENTA Publisher Universitas Sumatera Utara, The 5th National Conference on Industrial Engineering (NCIE) 2021 p-ISSN: 2654-7031, e-ISSN: 2654-704X, DOI: 10.32734/ee.v4i1.1259
- Sun, Wei & Sun, Jingyi. (2017). *Prediction of carbon dioxide emissions based on principal component analysis with regularized extreme learning machine: The case of China*. *Environ. Eng. Res*. 2017; 22(3): 302-311
- Tian, Xinbao & Tiu, Chuanhao. (2020). *Research on the Spatial Effect of Green Economic Efficiency in China from the Perspective of Informatization*. Taiyuan: Shanxi University
- Tribun News. 2021. *Data Kejadian Bencana di Tahun 2021 dari BNPB, Paling Banyak Terjadi*

di Pulau Jawa, Jawa Timur: 313. <https://jatim.tribunnews.com/2021/12/31/data-kejadian-bencana-di-tahun-2021-dari-bnpb-paling-banyak-terjadi-di-pulau-jawa-jawa-timur-313>. Diakses pada 25 Juni 2024.

UNEP. (2009). *Green Economy*. Kenya: UN Environment Programme

Qi, Yanwei et al. (2023). *Prediction model and demonstration of regional agricultural carbon emissions based on PCA-GS-KNN: a case study of Zhejiang province, China*. Environ. Res. Commun. 5 (2023) 051001.

Walpole, R. E. (2012). *Pengantar Statistika*. Diterjemahkan oleh Ir. Bambang Sumantri. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Wibisono, Pristiawan, and Mudrajad Kuncoro. (2015). *Efek Limbahan Pertumbuhan Antar-Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2001–2013*. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia, 16 (1), pp. 31-46.

Wong, S. T., & Tiongson, A. A. (1980). *Economic Impacts of Growth Center on Surrounding Rural Areas: A Case Study of Mariveles, Philippines*. Geografiska Annaler. Series B, Human Geography, 62(2), 109–117.

Yananto. (2014). *Pembangunan Rendah Karbon dan Berketahanan Iklim di Perkotaan*. Diakses melalui <https://cdn.iurc.eu/wp-content/uploads/2021/10/01.Bappenas.pdf>

Zhan, X., & Liu, W. (2020). Chinese Fiscal Decentralization and Target Management of Local Economic Growth: Empirical Evidence from Work Reports of Provincial and Municipal Governments. *Management World*, 3, 23- 39+77. [https://caod.orioprobe.com/articles/58132081/Chinese\\_Fiscal\\_Decentralization\\_and\\_Target\\_Managem.htm](https://caod.orioprobe.com/articles/58132081/Chinese_Fiscal_Decentralization_and_Target_Managem.htm)

## Lampiran

### Lampiran 1: Uji Stasioner Monte Carlo

Variabel	Nilai P-value
Konstan	0.000
GTFP	0,003
IPTIK	0,001
IKFD	0,032
RL	0,007
PMA	0,009

Catatan: nilai yang dilaporkan adalah nilai-p  
Jumlah simulasi: 1000

### Lampiran 2: Matriks Korelasi Antar Variabel

