

Studi Jejak Karbon pada Aktivitas Pariwisata dalam Upaya Pengurangan Dampak Perubahan Iklim

Safira Nadia Salsabilla, Gina Puspitasari Rochman*

Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 28/03/2024

Revised : 5/07/2024

Published : 11/07/2024



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 4

No. : 1

Halaman : 21 - 32

Terbitan : Juli 2024

Terakreditasi [Sinta Peringkat 4](#) berdasarkan Ristekdikti No. 72/E/KPT/2024

ABSTRAK

Pariwisata berkontribusi terhadap perubahan iklim, terutama melalui emisi yang dihasilkan. Kecamatan Lembang memiliki 36,58% objek wisata di Kabupaten Bandung Barat, menyebabkan kemacetan, produksi sampah, dan penurunan kualitas udara yang meningkatkan emisi karbon. Aktivitas wisatawan, seperti penggunaan listrik, transportasi, sampah, dan konsumsi makanan, memperburuk kondisi ini. Penelitian menggunakan metode *mixed method* dengan data primer dan sekunder, serta analisis regresi linier berganda dan perbandingan dokumen RTRW dengan kondisi eksisting. Hasil regresi linier menunjukkan transportasi wisatawan sebagai penyumbang terbesar emisi CO₂ dengan koefisien 0,832. Analisis perbandingan menunjukkan RTRW tidak secara eksplisit membahas perubahan iklim dan terdapat perbedaan luas serta lokasi penggunaan lahan di Kecamatan Lembang. Untuk mengurangi dampak perubahan iklim, khususnya dari transportasi wisatawan, dapat dilakukan upaya seperti mengurangi volume lalu lintas, beralih ke kendaraan listrik, menggunakan transportasi umum, meningkatkan layanan transportasi umum, menetapkan kebijakan tarif transportasi bersubsidi, dan menyediakan angkutan khusus wisata.

Kata Kunci : aktivitas pariwisata; jejak karbon; pengaruh.

ABSTRACT

Tourism contributes to climate change, mainly through its emissions. Lembang sub-district has 36.58% of tourist attractions in West Bandung Regency, causing congestion, waste production, and air quality degradation that increase carbon emissions. Tourist activities, such as electricity use, transportation, waste, and food consumption, exacerbate these conditions. The research used mixed method with primary and secondary data, as well as multiple linear regression analysis and comparison of RTRW documents with existing conditions. Linear regression results show tourist transportation as the largest contributor to CO₂ emissions with a coefficient of 0.832. Comparative analysis shows the RTRW does not explicitly address climate change and there are differences in the extent and location of land use in Lembang Sub-district. To reduce the impact of climate change, especially from tourist transportation, efforts can be made such as reducing traffic volume, switching to electric vehicles, using public transportation, improving public transportation services, establishing subsidized transportation tariff policies, and providing special tourist transport.

Keywords : tourism activities; carbon footprint; impact.

Copyright© 2024 The Author(s).

A. Pendahuluan

Perubahan iklim sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penggunaan bahan bakar untuk kendaraan, urbanisasi, pembukaan lahan, kegiatan pariwisata, dan sebagainya yang dapat memberikan dampak negatif bagi manusia maupun lingkungan. Aktivitas pariwisata menjadi kontributor terhadap produksi global gas rumah kaca melalui transportasi, pemanasan, dan pendinginan dan bentuk penggunaan energi lainnya. Dalam Deklarasi Djerba, *World Tourism Organization* (WTO) mengakui hubungan dua arah antara pariwisata dan perubahan iklim [1]. Perubahan iklim terjadi karena aktivitas pariwisata sebagai kontributor utama penggunaan bahan bakar fosil yang mengarah pada emisi gas rumah kaca (GRK), sehingga dapat dikatakan bahwa perubahan iklim berdampak pada destinasi wisata dan arus wisatawan.

Pembangunan rendah karbon merupakan sebuah konsep yang muncul dari kekhawatiran terhadap pemanasan global [2]. Dalam upaya penanganan perubahan iklim pada aktivitas wisata, Sandiaga Uno selaku Menteri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif (Menparekraf) berkomitmen mencapai *towards net zero* emisi karbon di sektor pariwisata yang merupakan upaya untuk mencapai emisi nol bersih sebagai bagian dari Deklarasi Glasgow dalam mempercepat aksi iklim pariwisata [3]. Deklarasi ini bertujuan untuk mendukung tujuan global dalam mengurangi emisi karbon dan mencapai net zero emisi sebelum 2050. Deklarasi ini membahas tentang *carbon offsetting tourism* yang merupakan bentuk pengembangan pariwisata berkelanjutan dengan meluncurkan aplikasi penghitungan jejak karbon. Dalam peluncuran aplikasi *carbon footprint calculator* sebagai perhitungan jejak karbon, Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif (Kemenparekraf) berkolaborasi dengan Jejak.in untuk menghitung jumlah emisi yang dihasilkan khususnya pada aktivitas wisatawan di tempat destinasi yang dituju demi mencegah dampak negatif pada iklim [4]. Perhitungan jejak karbon ini selanjutnya dapat berkontribusi dalam mengimbangi emisi karbon yang kita hasilkan. Dengan banyaknya objek wisata dan rawan bencana iklim menjadi pertimbangan peneliti untuk menetapkan Kecamatan Lembang sebagai wilayah studi.

Kecamatan Lembang menjadi salah satu kawasan yang paling banyak memiliki objek wisata, karena 36,58% objek wisata yang ada di Kabupaten Bandung Barat berada di Kecamatan Lembang [5]. Disamping banyaknya objek wisata, Kecamatan Lembang juga rawan terjadinya bencana banjir dan longsor yang disebabkan oleh terjadinya perubahan iklim. Struktur tanah yang subur membuat komposisi tanah menjadi gembur sehingga lebih rentan terhadap pergeseran [6]. Dengan rata-rata curah hujan tahunan sekitar 2.000 – 2.500 mm, Kecamatan Lembang mempunyai curah hujan tinggi [7].

Berdasarkan latar belakang penelitian, Kecamatan Lembang menjadi kecamatan dengan objek wisata terbanyak di Kabupaten Bandung Barat. Disamping banyaknya objek wisata, Kecamatan Lembang juga rawan terjadi bencana alam banjir dan longsor yang disebabkan oleh perubahan iklim. Sehingga yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini yaitu : (1) Banyaknya objek wisata menyebabkan kemacetan, produksi sampah yang meningkat, maupun penurunan kualitas udara yang dapat meningkatkan jumlah emisi karbon. (2) Terjadi bencana banjir dan longsor yang disebabkan oleh perubahan iklim.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu *mixed method* atau gabungan dari pendekatan kualitatif dan kuantitatif dengan metode analisis regresi linier berganda dan analisis perbandingan dokumen RTRW dengan kondisi eksisting. Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui tingkat pengaruh aktivitas wisatawan terhadap emisi karbon berdasarkan perhitungan jejak karbon yang diperoleh melalui rumus, aplikasi Jejak.In, dan website jejakkarbonku.id. Penggunaan rumus jejak karbon mengacu pada IPCC (*International Panel on Climate Change*) menjadi metode perhitungan emisi yang diakui internasional dan digunakan oleh seluruh negara yang meratifikasi UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) (Kasman, Riyanti and Apriani, 2020). Secara umum, rumus jejak karbon yaitu :

$$\text{Em isi} = \text{DA} \times \text{FE} \quad (1)$$

Dimana DA adalah data aktivitas yaitu data aktivitas manusia yang menghasilkan emisi dan FE adalah faktor emisi yang menunjukkan besarnya emisi per satuan unit kegiatan yang dilakukan [8] dalam [9].

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh atau hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen dengan satu variabel dependen [10]. Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel

independen yaitu penggunaan listrik, transportasi wisatawan, sampah, dan pemilihan makanan, sedangkan variabel dependen yaitu total emisi. Secara matematik, persamaan regresi linier berganda yaitu :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \tag{2}$$

Keterangan

- Y = nilai prediksi variabel dependen (total emisi)
- a = konstanta, yaitu nilai Y jika X₁, X₂, X₃, dan X₄ = 0
- b₁, b₂, b₃, b₄ = koefisien regresi, yaitu nilai peningkatan atau penurunan variabel Y yang didasarkan variabel X₁, X₂, X₃, X₄
- X₁ = variabel independen (emisi penggunaan listrik)
- X₂ = variabel independen (emisi transportasi)
- X₃ = variabel independen (emisi timbulan sampah)
- X₄ = variabel independen (emisi konsumsi makanan)

Analisis perbandingan dokumen RTRW dengan kondisi eksisting digunakan untuk merumuskan upaya mitigasi dampak perubahan iklim berdasarkan aspek tata ruang. Analisis ini mencakup analisis deskriptif kualitatif yang digunakan untuk meninjau dokumen RTRW Kabupaten Bandung Barat Tahun 2009 – 2029 ditinjau dari materi teknis yang ditinjau dari jenis muatan dan substansi terkait perubahan iklim. Selain analisis deskriptif kualitatif, juga menggunakan analisis spasial untuk mengetahui kesesuaian penggunaan lahan dengan membandingkan penggunaan lahan eksisting dengan rencana pola ruang.

Metode pengumpulan data menggunakan teknik observasi lapangan, kuesioner yang dilakukan secara *offline* dan *online* melalui *googleform*, serta studi literatur. Pemilihan sampel dibedakan menjadi sampel tempat dan sampel responden. Sampel tempat menggunakan analisis *cluster* untuk mengelompokan objek wisata yang ada di Kecamatan Lembang, Data yang digunakan berupa daftar 15 objek wisata dari website visitkbb.bandungbaratkab.go.id. Variabel yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan sampel tempat diantaranya: lokasi objek wisata berdasarkan desa, jenis wisata (alam dan buatan), sebaran lokasi wisata (selatan, utara, timur, dan barat), jumlah wisatawan, luas objek wisata (dalam hektar), dan keberagaman amenities (ada atau tidaknya penginapan). Berdasarkan hasil analisis *cluster*, masing-masing *cluster* yang memiliki jumlah wisatawan terbanyak yaitu *cluster 1 (Orchid Forest)* dan *cluster 2 (Floating Market)*. Kedua objek objek tersebut menjadi dasar dalam pengambilan sampling tempat yang merepresentasikan masing-masing cluster dari penelitian ini. Adapun sampel responden menggunakan teknik *nonprobability sampling* yaitu *quota sampling* (sampel kuota) dengan rumus *slovin*, yaitu sebanyak 100 responden. Berikut rumus *slovin*:

$$f_n = \frac{N}{1 + N(e)^2} \tag{3}$$

Keterangan:

- n = Jumlah sampel wilayah studi
- N = Jumlah total dari populasi = 1.796.410
- e = Derajat kesalahan yang digunakan = (10%) atau 0,1

C. Hasil dan Pembahasan

Tingkat Pengaruh Aktivitas Wisatawan Terhadap Emisi Karbon Berdasarkan Perhitungan Jejak Karbon
 Perhitungan Jejak Karbon, Sebelum melakukan analisis untuk mengidentifikasi tingkat pengaruh, terlebih dahulu melakukan perhitungan jejak karbon untuk mengetahui total emisi karbon dari setiap aktivitas wisatawan yang terdiri dari penggunaan listrik, transportasi wisatawan, sampah, dan pemilihan makanan. (1) Penggunaan Listrik, Penggunaan listrik dihitung berdasarkan aktivitas wisatawan berupa penerangan dan alat elektronik dalam satuan jam/hari saat berada di kawasan objek wisata. Perhitungan penggunaan listrik menggunakan aplikasi Jejak.In untuk alat elektronik dan menggunakan rumus untuk penerangan. Perhitungan untuk penerangan dilakukan dengan mengalikan konsumsi energi dengan faktor emisi untuk jaringan ketenagalistrikan Jawa–Madura–Bali tahun 2019 yaitu 0,870 kgCO₂/kWh [11]. (2) Transportasi, emisi transportasi dihitung berdasarkan jarak tempuh dan moda transportasi yang digunakan saat menuju objek wisata. Diperoleh hasil bahwa moda transportasi yang banyak digunakan wisatawan yaitu kendaraan pribadi berupa mobil. Perhitungan emisi dilakukan

menggunakan aplikasi Jejak.In. (3) Timbulan sampah, sampah yang dihasilkan dari aktivitas wisatawan objek wisata dihitung dalam dalam 1 (satu) hari dengan perkiraan berat sampah dalam gram yang dikonversi menjadi kg. Kemudian berat sampah tersebut dikali dengan faktor emisi sampah yaitu 1,09. (4) Konsumsi makanan, Merupakan makanan/ minuman yang dikonsumsi wisatawan saat di objek wisata dalam 1 (satu) hari. Jenis makanan terdiri dari telur, susu, ikan, beras, *seafood*, daging unggas, daging domba dan kambing, daging sapi, daging babi, dan olahan susu. Pemilihan makanan ini sudah disesuaikan dengan website jejakkarbonku.id sehingga perhitungan bisa langsung dilakukan dengan memasukkan data pemilihan makanan.

Setiap aktivitas wisatawan menyumbang emisi karbon dengan jumlah yang berbeda-beda. Berikut hasil perhitungan total emisi karbon seluruh aktivitas wisatawan (Tabel 1).

Tabel 1. Total Emisi Seluruh Aktivitas Wisatawan

Aktivitas	Emisi (kgCO ₂ -eq)	Persentase (%)
Penggunaan listrik	15.504,753	11
Transportasi wisatawan	98.807,800	68
Sampah	8.839,033	6
Pemilihan makanan	22.120	15
Total Emisi	145.271,586	100

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2024

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa transportasi menjadi aktivitas wisatawan yang paling banyak menyumbang emisi karbon yaitu 98.807,800 kgCO₂-eq dengan persentase sebesar 68%. Hal ini disebabkan karena banyaknya responden yang menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan menggunakan kendaraan umum.

Analisis Regresi Linier Berganda, analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pengaruh aktivitas wisatawan terhadap emisi karbon berdasarkan perhitungan jejak karbon. Analisis ini dapat dilihat melalui *output* diantaranya model *summary*, ANOVA, dan *coefficients*.

Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.985 ^a	.970	.969	2.32797	1.622

Gambar 1. Output Model Summary

Korelasi antara dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen merupakan pengertian dari korelasi berganda (R). Nilai R berkisar antara 0 sampai 1, dimana jika R mendekati 1, maka hubungan semakin erat tetapi jika mendekati 0 maka hubungan semakin lemah. Pada output tabel di atas, didapatkan nilai R = 0,985, artinya korelasi antara keempat variabel bebas (independen) (emisi penggunaan listrik, emisi transportasi, emisi timbulan sampah, dan emisi konsumsi makanan) terhadap variabel terikat (dependen) (total emisi) yaitu sebesar 0,985. Hal ini merepresentasikan hubungan yang erat karena memiliki nilai 0,985 atau 98,5% (jika dilihat dari R square (R²)).

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	16900.540	4	4225.135	779.623	.000 ^b
	Residual	514.849	95	5.419		
	Total	17415.388	99			

Gambar 2. Output ANOVA

Uji koefisien regresi bersama (uji F) dapat dilihat melalui tabel ANOVA atau analisis varians. ANOVA digunakan untuk mengetahui signifikansi pengaruh berganda dari variabel independen terhadap variabel dependen. Tingkat signifikansi 0,05 digunakan dalam pengujian ini (Tabel 2).

Tabel 2. Langkah-Langkah Uji F

Langkah-Langkah	Keterangan
Merumuskan hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> - Ho : Emisi penggunaan listrik, emisi transportasi, emisi timbulan sampah, dan emisi konsumsi makanan secara bersama-sama tidak berpengaruh terhadap total emisi karbon - Ha : Emisi penggunaan listrik, emisi transportasi, emisi timbulan sampah, dan emisi konsumsi makanan secara bersama-sama berpengaruh terhadap total emisi karbon
Menentukan F hitung dan nilai Signifikansi	<ul style="list-style-type: none"> - F hitung sebesar 779,623 - Nilai Signifikansi sebesar 0,000
Menentukan F tabel	$F_{tabel} = F(k ; n-k)$ $F_{tabel} = F(4 ; 100-4) = F(4 ; 96)$
Kriteria pengujian	<p>Pada tingkat Signifikansi 0,05, diperoleh hasil untuk F tabel yaitu sebesar 2,47.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jika F hitung < F tabel, maka Ho diterima - Jika F hitung > F tabel, maka Ho ditolak
Membuat kesimpulan	F hitung > F tabel (779,623 > 2,47) dan sigfinikansi < 0,005 (0,000 < 0,005) maka Ho ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa emisi penggunaan listrik, emisi transortasi wisatawan, emisi timbulan sampah, dan emisi konsumsi makanan secara stimultan (bersama-sama) berpengaruh terhadap total emisi.

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2024

Uji koefisien regresi sendiri (uji T) dan persamaan regresi linier berganda dapat dilihat melalui tabel coefficients. Uji T pada kasus ini digunakan untuk mengetahui apakah emisi penggunaan listrik (X_1), emisi transportasi (X_2), emisi timbulan sampah (X_3), dan emisi konsumsi makanan (X_4) berpengaruh secara signifikan atau tidak terhadap total emisi (Y). Pengujian menggunakan tingkat signifikansi 0,05 (Tabel 3).

Tabel 3. Langkah-Langkah Uji T

Langkah-Langkah	Keterangan
Merumuskan hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> - Ho : Emisi penggunaan listrik secara parsial tidak berpengaruh terhadap total emisi karbon - Ha : Emisi penggunaan listrik secara parsial berpengaruh terhadap total emisi karbon
	<ul style="list-style-type: none"> - Ho : Emisi transportasi secara parsial tidak berpengaruh terhadap total emisi karbon - Ha : Emisi transportasi secara parsial berpengaruh terhadap total emisi karbon
	<ul style="list-style-type: none"> - Ho : Emisi timbulan sampah secara parsial tidak berpengaruh terhadap total emisi karbon - Ha : Emisi timbulan sampah secara parsial berpengaruh terhadap total emisi karbon
	<ul style="list-style-type: none"> - Ho : Emisi konsumsi makanan secara parsial tidak berpengaruh terhadap total emisi karbon - Ha : Emisi konsumsi makanan secara parsial berpengaruh terhadap total emisi karbon
Menentukan T hitung dan nilai Signifikansi	<ul style="list-style-type: none"> - T hitung emisi penggunaan listrik sebesar 19,727 - Nilai Signifikansi emisi penggunaan listrik sebesar 0,000

Tabel 3. Langkah-Langkah Uji T (Lanjutan)

Langkah-Langkah	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> - T hitung emisi transportasi sebesar 42,005 - Nilai Signifikansi emisi transportasi sebesar 0,000 - T hitung emisi timbulan sampah sebesar 5,343 - Nilai Signifikansi emisi timbulan sampah sebesar 0,000
	<ul style="list-style-type: none"> - T hitung emisi konsumsi makanan sebesar 18,453 - Nilai Signifikansi emisi pemilihan makanan sebesar 0,000
Menentukan T tabel	$T \text{ tabel} = T (\alpha / 2 ; n-k-1)$ $T \text{ tabel} = T (0,05 / 2 ; 100-4-1) = T (0,025 ; 95)$
Kriteria pengujian	<p>Pada tingkat Signifikansi 0,05, diperoleh hasil untuk T tabel yaitu sebesar 1,988.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jika T hitung < T tabel maka Ho diterima - Jika T hitung > T tabel maka Ho ditolak
Membuat kesimpulan	<ul style="list-style-type: none"> - T hitung > T tabel (19,727 > 1,988) dan sigfinikansi < 0,005 (0,000 < 0,005) maka Ho ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa emisi penggunaan listrik secara parsial berpengaruh terhadap total emisi. - T hitung > T tabel (42,005 > 1,988) dan sigfinikansi < 0,005 (0,000 < 0,005) maka Ho ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa emisi transportasi secara parsial berpengaruh terhadap total emisi. - T hitung > T tabel (5,343 > 1,988) dan sigfinikansi < 0,005 (0,000 < 0,005) maka Ho ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa emisi timbulan sampah secara parsial berpengaruh terhadap total emisi. - T hitung > T tabel (18,453 > 1,988) dan sigfinikansi < 0,005 (0,000 < 0,005) maka Ho ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa emisi konsumsi makanan secara parsial berpengaruh terhadap total emisi.

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2024

Nilai-nilai pada *output* kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = 3,383 + 0,434 X_1 + 0,832 X_2 + 0,208 X_3 + 0,435 X_4 \tag{4}$$

Arti dari angka-angka ini adalah sebagai berikut, nilai konstanta (a) memiliki nilai positif sebesar 3,383. Tanda positif artinya menunjukkan pengaruh yang searah antara variabel independen dan variabel dependen. Hal ini menunjukkan bahwa jika keempat variabel independen yang meliputi emisi penggunaan listrik (X_1), emisi transportasi (X_2), emisi timbulan sampah (X_3), dan emisi konsumsi makanan (X_4) bernilai 0% atau tidak mengalami perubahan, maka total emisi (Y) adalah 3,383.

Nilai koefisien regresi variabel emisi penggunaan listrik (X_1) yaitu sebesar 0,434, artinya jika emisi penggunaan listrik (X_1) mengalami kenaikan 1%, maka total emisi (Y) akan naik sebesar 0,434 dengan asumsi variabel independen lainnya dianggap konstan. Nilai koefisien regresi variabel emisi transportasi (X_2) yaitu sebesar 0,832, artinya jika emisi transportasi (X_2) mengalami kenaikan 1%, maka total emisi (Y) akan naik sebesar 0,832 dengan asumsi variabel independen lainnya dianggap konstan. Nilai koefisien regresi variabel emisi timbulan sampah (X_3) yaitu sebesar 0,208, artinya jika emisi timbulan sampah (X_3) mengalami kenaikan 1%, maka total emisi (Y) akan naik sebesar 0,208 dengan asumsi variabel independen lainnya dianggap konstan. Nilai koefisien regresi variabel emisi konsumsi makanan (X_4) yaitu sebesar 0,435, artinya jika emisi konsumsi makanan (X_4) mengalami kenaikan 1%, maka total emisi (Y) akan naik sebesar 0,435 dengan asumsi variabel independen lainnya dianggap konstan. Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien regresi emisi penggunaan listrik (0,434), emisi transportasi (0,832), emisi timbulan sampah (0,208), dan emisi konsumsi

makanan (0,435). Karena $0,832 > 0,435 > 0,434 > 0,208$, maka emisi transportasi (X_2) merupakan variabel yang dominan pengaruhnya terhadap total emisi karbon (Y).

Upaya Mitigasi Dampak Perubahan Iklim Berdasarkan Aspek Tata Ruang

Analisis perbandingan dokumen RTRW dengan kondisi eksisting, analisis ini digunakan untuk mengetahui kondisi eksisting dengan dokumen rencana tata ruang sehingga dapat dirumuskan upaya mitigasi, analisis ini terdiri dari dua yaitu Analisis deskriptif kualitatif dan analisis spasial

Analisis deskriptif kualitatif, Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) berperan penting dalam mendukung penanganan dan meminimalisir dampak dari perubahan iklim. Substansi terkait iklim/ perubahan iklim dalam RTRW Kabupaten Bandung Barat Tahun 2009 – 2029 hanya disebutkan dalam strategi pengembangan kawasan pariwisata (strategi pengembangan usaha) dan rencana pengembangan kawasan pertanian. Namun meskipun perubahan iklim tidak disebutkan secara eksplisit, terdapat berbagai substansi yang dapat menyebabkan perubahan iklim, seperti bencana dan upaya mitigasi (Tabel 4).

Tabel 4. Tinjauan Dokumen RTRW Kabupaten Bandung Barat Tahun 2009 – 2029
Terkait Perubahan Iklim

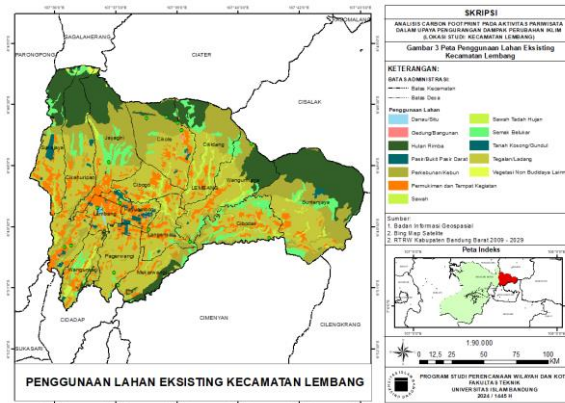
Ruang Lingkup dan Muatan RTRW	Kutipan Narasi Dokumen RTRW	Keywords	Analisis
Tujuan, kebijakan, dan strategi penataan ruang	<i>“strategi untuk pengembangan kawasan wisata..” (hal 17)</i>	Wisata ramah lingkungan	Tidak ada kebijakan/strategi yang secara spesifik terkait iklim/ perubahan iklim. Tetapi terdapat strategi pembangunan kawasan wisata ramah lingkungan dengan mengembangkannya di jalur utara, selatan, dan barat
Rencana struktur ruang	<i>”pengembangan sistem persampahan sebagaimana..” (hal 29)</i>	- Persampahan - Drainase - Jalur evakuasi	Tidak ada rencana stuktur ruang yang secara spesifik terkait iklim/ perubahan iklim. Tetapi terdapat infrastruktur penanganan bencana akibat perubahan iklim, seperti:
	<i>“pengembangan sistem drainase sebagaimana dimaksud..” (hal 30)</i>		- Persampahan : Pembangunan TPS, optimalisasi TPA, pengembangan sistem 3R, peningkatan sistem pengelolaan, dan peningkatan kapasitas pengelola
	<i>”penetapan jalur evakuasi bencana terdiri atas..” (hal 30)</i>		- Sistem drainase : pembangunan drainase tersier, pemeliharaan, perbaikan, dan perencanaan - Jalur evakuasi bencana - Jalur evakuasi tanah longsor di Kecamatan Cililin (jalan Ciririp – Bangsaya – Buninagara) - Jalur evakuasi gunung berapi (jalan Bandung – Lembang)

Tabel 4. Tinjauan Dokumen RTRW Kabupaten Bandung Barat Tahun 2009 – 2029
Terkait Perubahan Iklim (Lanjutan)

Ruang Lingkup dan Muatan RTRW	Kutipan Narasi Dokumen RTRW	Keywords	- Analisis
			<ul style="list-style-type: none"> - Jalur evakuasi gempa bumi tektonik di Kecamatan Lembang (jalan Bandung – Lembang) - Jalur evakuasi kebocoran bendungan di Waduk Saguling (jalan Saguling – Cioray, jalan Saguling – Baranangsiang, dan jalan Saguling – Cipangeran)
	<p><i>”penetapan jalur evakuasi bencana terdiri atas..” (hal 30)</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> - Sistem drainase : pembangunan drainase tersier, pemeliharaan, perbaikan, dan perencanaan - Jalur evakuasi bencana - Jalur evakuasi tanah longsor di Kecamatan Cililin (jalan Ciririp – Bangsaya – Buninagara) - Jalur evakuasi gunung berapi (jalan Bandung – Lembang) - Jalur evakuasi gempa bumi tektonik di Kecamatan Lembang (jalan Bandung – Lembang) <p>Jalur evakuasi kebocoran bendungan di Waduk Saguling (jalan Saguling – Cioray, jalan Saguling – Baranangsiang, dan jalan Saguling – Cipangeran)</p>
Arahan pemanfaatan ruang	<p><i>”perwujudan kawasan lindung sebagaimana..” (hal 49)</i></p>	Pemeliharaan, perlindungan, pengelolaan	Tidak ada ketentuan yang secara spesifik terkait iklim/ perubahan iklim. Tetapi terdapat upaya untuk perwujudan kawasan lindung yang bisa terkait mitigasi perubahan iklim.
Ketentuan pengendalian pemanfaatan ruang	<p><i>”kawasan resapan air disusun dengan..” (hal 63)</i></p> <p><i>”penataan lingkungan dan kawasan Observatorium Bosscha..” (hal 73)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resapan air - Polusi udara 	<p>Tidak ada ketentuan yang secara spesifik terkait iklim/ perubahan iklim. Tetapi terdapat pertimbangan upaya mitigasi bencana akibat perubahan iklim:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ketentuan peraturan zonasi kawasan resapan air mengenai kegiatan yang diperbolehkan maupun dengan syarat tertentu - Upaya penataan lingkungan dan pelestarian kawasan yaitu dengan membatasi kegiatan yang menimbulkan polusi udara

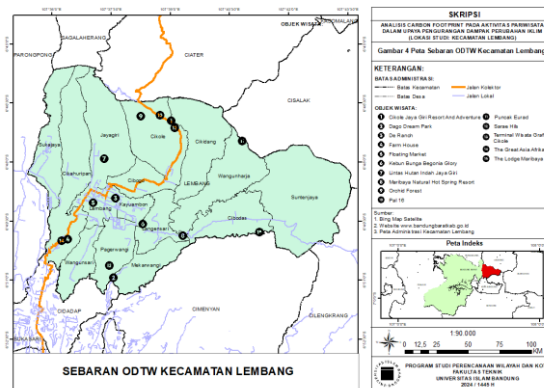
Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2024

Analisis spasial, Jika ditinjau dari kondisi eksisting, Kecamatan Lembang terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan yaitu danau/situ (31 Ha), gedung/bangunan (328 Ha), hutan rimba (11 Ha), pasir/bukit pasir darat (3 Ha), perkebunan (88 Ha), permukiman dan tempat kegiatan (430 Ha), sawah (36 Ha), sawah tadah hujan (22 Ha), semak belukar (59 Ha), tanah kosong/gundul (50 Ha), tegalan/ladang (73 Ha), dan vegetasi non budidaya (6 Ha) (Gambar 3).



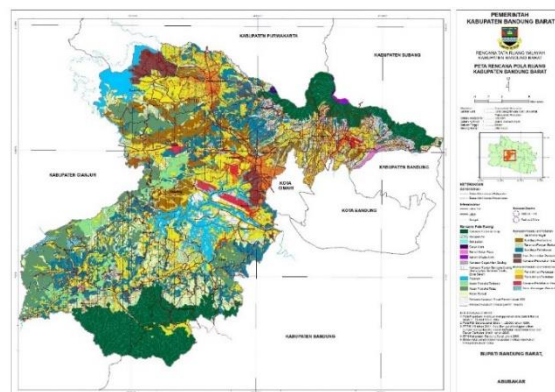
Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Eksisting Kecamatan Lembang

Berdasarkan peta sebaran objek wisata (Gambar 4), Pembangunan lokasi objek wisata sebagian besar dibangun di lahan perkebunan dan tegalan/ladang yang merupakan kawasan budidaya, sehingga pembangunan lokasi objek wisata tersebut sudah sesuai dengan penggunaannya.



Gambar 4. Peta Sebaran Objek Wisata Kecamatan Lembang

Untuk peta pola ruang menggunakan skala kabupaten, dimana Kecamatan Lembang terdiri dari kawasan lindung (hutan lindung, cagar alam, resapan air, taman hutan raya, kawasan rawan bencana alam gunung api, gerakan tanah, dan zona sesar) dan kawasan budidaya (permukiman perdesaan, permukiman perkotaan, budidaya holtikultura, tanaman pangan berkelanjutan, budidaya perkebunan, hutan rakyat, dan tanaman pangan).



Gambar 5. Peta Pola Ruang Kabupaten Bandung Barat

Adapun hasil perbandingan penggunaan lahan ekisting dengan pola ruang yaitu: (1) perbedaan luas pada kawasan taman hutan raya dan kawasan taman wisata alam; (2) perbedaan lokasi penggunaan lahan pada kawasan budidaya perkebunan, dimana pada pola ruang terdapat di Kecamatan Lembang, sedangkan eksisting tidak ada; (3) pada kawasan peruntukan permukiman perdesaan, terdapat perbedaan lokasi permukiman, dimana pada pola ruang menyebar, sedangkan eksisting hanya terpusat di Desa Lembang dan Kayuambon; (4) kesesuaian penggunaan lahan pada kawasan rawan tanah longsor dan kawasan budidaya peternakan (Tabel 5).

Tabel 5. Tabel Perbandingan Penggunaan Lahan Eksisting dengan Rencana Pola Ruang Kecamatan Lembang

Pemanfaatan Ruang		Keterangan	Eksisting	Sumber
Kawasan lindung	Kawasan suaka alam, pelestarian alam, dan cagar budaya	Taman hutan raya Ir. H Juanda (271 Ha) Taman wisata alam Kawah Gunung Tangkubanparahu (136 Ha) di Kecamatan Lembang dan Parongpong	562 Ha 171,40 Ha	(Tahura Bandung, 2024) (Dinas Pariwisata dan Olahraga Kabupaten Subang, 2022)
	Kawasan bencana alam	Kawasan rawan tanah longsor Bagian utara KBB (Kecamatan Lembang, Parongpong, Cikalongwetan, Cipatat)	Memiliki lahan gembur yang sering menyebabkan terjadinya longsor akibat ketidakstabilan lereng dan berada pada zona Sesar Lembang.	(Firdaus and Taroepratjeka, 2023)
Kawasan budidaya	Kawasan peruntukan pertanian	Kawasan budidaya perkebunan Perkebunan teh dialokasikan di Wilayah Lembang, Cisarua, Gununghalu, Cikalongwetan, Sindangkerta, Cipeundeuy, dan Cipatat	Terletak di seluruh desa kecuali Lembang, Kayuambon, Cibogo, dan Pagerwangi dengan luas 88 Ha	Peta penggunaan lahan eksisting Kecamatan Lembang
	Kawasan peruntukan pertanian	Kawasan budidaya peternakan Sapi perah	<i>Friesian Holstein</i> (FH) merupakan jenis sapi perah yang dikembangkan di Kecamatan Lembang	(Sudrajat <i>et al.</i> , 2022)

Tabel 5. Tabel Perbandingan Penggunaan Lahan Eksisting dengan Rencana Pola Ruang Kecamatan Lembang (Lanjutan)

Pemanfaatan Ruang		Keterangan	Eksisting	Sumber
Kawasan peruntukan permukiman	Kawasan peruntukan permukiman perdesaan	14.922 Ha meliputi seluruh kecamatan	Terletak di semua desa, namun terpusat di Desa Lembang dan Kayuambon dengan luas 430 Ha	Peta penggunaan lahan eksisting Kecamatan Lembang

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2024

Upaya Yang Dapat Dilakukan Untuk Mengurangi Dampak Perubahan Iklim, Upaya mengurangi dampak perubahan iklim yang disebabkan oleh aktivitas wisatawan di Kecamatan Lembang ditinjau dari hasil kedua analisis dan tinjauan teori. Transportasi menjadi aktivitas wisatawan yang paling banyak menyumbang emisi karbon yaitu 98.807,800 kgCO₂-eq atau 68%, sehingga diperlukan upaya yang lebih signifikan dalam mengurangi dampak perubahan iklim. Adapun upaya yang dapat dilakukan yaitu: (1) Mengurangi volume lalu lintas dengan berjalan kaki dan bersepeda (2) Beralih menggunakan kendaraan listrik dengan menyediakan stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) (3) Beralih dari penggunaan transportasi pribadi menjadi transportasi umum untuk mengurangi volume lalu lintas, sehingga emisi yang dihasilkan menjadi berkurang, (4) Peningkatan daya jangkauan layanan transportasi umum untuk mempermudah wisatawan dalam berwisata, (5) Menetapkan kebijakan mengenai tarif transportasi umum yang bersubsidi, sehingga wisatawan dengan mudah mendapatkan tarif transportasi yang sesuai, (6) Menyediakan angkutan khusus wisata dalam mendukung peningkatan kunjungan wisatawan, mengurangi kemacetan, potensi kecelakaan, menghemat biaya, menghemat energi, dan mengurangi polusi.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim dari konsumsi makanan yaitu dengan mulai mengurangi konsumsi daging karena daging menjadi jenis makanan yang paling banyak menyumbang emisi, yaitu sebesar 9.150 kgCO₂-eq. Kemudian untuk penggunaan listrik dengan beralih ke lampu LED (*Light Emitting Diode*) yang mampu menghemat energi hingga 90% dibandingkan dengan lampu pijar CFL dan lampu pijar biasa dan membuat bangku taman yang dilengkapi dengan sistem *mobile phone charging station* yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan daya listrik untuk fasilitas umum. Terakhir untuk timbulan sampah yaitu dengan menerapkan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*), melakukan audit sampah terkait berat sampah, jenis, sumber, dan lokasi pembuangan sampah, serta memiliki fasilitas pengolahan sampah sendiri (seperti pengomposan sampah organik).

Disamping keempat variabel tersebut, untuk mengurangi dampak perubahan iklim juga ditinjau dari penggunaan lahan eksisting dan pola ruang, yaitu dengan: (1) meninjau kembali perbedaan luas dan lokasi untuk mengantisipasi terjadinya ketidaksesuaian; (2) mengidentifikasi mengapa bisa terjadi pola lokasi permukiman yang berbeda sehingga bisa merumuskan program/kebijakan yang sesuai; (3) menghindari mendirikan bangunan di sempadan sungai atau pinggir tebing yang kemungkinan besar terjadi longsor; (4) reboisasi atau penanaman pohon baru agar fungsi lahan tidak berubah secara sembarangan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut: Jumlah emisi karbon dari aktivitas wisatawan yaitu sebesar 145.271,586 kgCO₂-eq/tahun dengan transportasi menjadi penyumbang terbesar emisi karbon yaitu sebesar 98.807,800 kgCO₂-eq/tahun, disusul dengan pemilihan makanan (22.120 kgCO₂-eq/tahun), penggunaan listrik (15.504,753 kgCO₂-eq/tahun), dan timbulan sampah (8.839,033 kgCO₂-eq/tahun). Nilai koefisien regresi terbesar ditunjukkan oleh variabel emisi transportasi (X₂) yaitu sebesar 0,832. Hasil perhitungan jejak karbon sejalan dengan hasil analisis regresi linier berganda yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresi, yaitu transportasi menjadi penyumbang terbesar dalam emisi karbon. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim khususnya transportasi

yang menjadi kontributor terbesar yaitu dengan: (1) mengurangi volume lalu lintas dengan berjalan kaki dan bersepeda ; (2) beralih menggunakan kendaraan listrik dengan menyediakan stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) ; (3) beralih dari penggunaan transportasi pribadi menjadi transportasi umum untuk mengurangi volume lalu lintas, sehingga emisi yang dihasilkan menjadi berkurang ; (4) peningkatan daya jangkauan layanan transportasi umum untuk mempermudah wisatawan dalam berwisata ; (5) menetapkan kebijakan mengenai tarif transportasi umum yang bersubsidi, sehingga wisatawan dengan mudah mendapatkan tarif transportasi yang sesuai ; (6) menyediakan angkutan khusus wisata.

Daftar Pustaka

- [1] UNWTO, “Djerba Declaration on Tourism and Climate Change,” *Conference, First International Change, Climate Government, Tunisian Commission, Intergovernmental Oceanographic Panel, Intergovernmental Convention, United Nations Desertification, Combat Nations, United Programme, Environment Convention, Framework*, pp. 1–3, 2003.
- [2] M. E. Pramadhika and E. Syaodih, “Kajian Kinerja Pemerintah Kota Bandung dalam Mendukung Pembangunan Rendah Karbon,” *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah dan Kota*, vol. 2, no. 2, pp. 139–146, Dec. 2022, doi: 10.29313/jrpk.v2i2.1318.
- [3] A. S. A. Maharani and H. B. Alexander, “Gelar Deklarasi Towards Net Zero, Plataran Menjangan Jadi Mitra Resmi G20,” *www.kompas.com*. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/properti/read/2022/07/11/161231421/gelar-deklarasi-towards-net-zero-plataran-menjangan-jadi-mitra-resmi>.
- [4] Portal Informasi Indonesia, “KTT G20 Rampung, Kemenparekraf Gandeng Jejak.in Rekam Carbon Footprint,” *www.indonesia.go.id*. Accessed: Jan. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.indonesia.go.id/kategori/kabar-terkini-g20/6634/ktt-g20-rampung-kemenparekraf-gandeng-jejak-in-rekam-carbon-footprint?lang=1>
- [5] Pemerintah Daerah Kabupaten Bandung Barat, “Daftar Wisata Kabupaten Bandung Barat,” *www.bandungbaratkab.go.id*. Accessed: Dec. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.bandungbaratkab.go.id/halaman/daftar-wisata-kabupaten-bandung-barat>
- [6] R. Boer *et al.*, *Rencana Aksi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim Dalam Kerangka Pengelolaan Sumberdaya Air DAS Citarum di Kabupaten Bandung Barat*. adaptasiklkh.id, 2013.
- [7] M. R. Firdaus and D. A. H. Taroepratjeka, “Evaluasi dan Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Dikawasan Pasar Panorama Desa Lembang Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat,” *Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir*, pp. 2001–2006, 2023.
- [8] Kementerian Lingkungan Hidup, *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca. Buku II - Volume 4 Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Limbah*. 2012.
- [9] S. Sagala, E. Sutrisno, and P. Andarani, “Kajian Jejak Karbon dari Aktivitas di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang,” *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [10] R. A. Purnomo, *Analisis Statistik Ekonomi dan Bisnis Dengan SPSS*. 2016.
- [11] T. Artiningrum and C. A. Havianto, “Estimasi Emisi CO₂ Dari Aktivitas Rumah Tangga Di Desa Cikalong, Kab. Bandung Barat,” *Geoplanart*, vol. 4, no. 1, pp. 36–46, 2022, doi: 10.35138/geoplanart.v4i1.457.