

ABSTRAK

Menurut Wackernagel dan Rees (1996) dalam Shaojian W. dkk (2014), jejak karbon merupakan jejak ekologis atau luas lahan yang mencakup produktivitas biologis yang berguna untuk mempertahankan kelangsungan hidup suatu populasi tertentu. Jejak karbon secara umum dapat digunakan sebagai objek suatu penelitian yang bermanfaat untuk mengatasi iklim dan menyelesaikan permasalahan evaluasi kuantitatif dari intensitas emisi karbon. Emisi karbon terbagi atas *Direct Emissions* dan *Indirect Emission*.

Wilayah urban (*rural urban fringe*) merupakan zona transisi perubahan penggunaan lahan, karakteristik sosial, dan karakteristik demografi, terletak di antara aglomerasi yang terintegrasi ke dalam pemukiman. Faktor utama yang melatarbelakangi pertumbuhan wilayah perkotaan adalah ketertarikan yang tinggi (*magnetic forces/pull forces/attracting forces*) baik terhadap jumlah penduduk maupun aktivitas perkotaan.

Penelitian ini mengeksplorasi dinamika emisi karbon digital di Kota Semarang, sebuah kota yang mengalami pertumbuhan urban cepat, dengan mengintegrasikan penggunaan BIG DATA dan Geo-AI. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana ekspansi wilayah urban berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon digital, menggunakan variabel *Nighttime Light* (NTL), *Land Surface Temperature* (LST), data populasi WorldPop, *Internet Usage Data*, dan *Open Building Data* (OBD). Penelitian ini menggunakan pendekatan metodologis yang meliputi uji normalitas data melalui regresi, diikuti oleh prediksi emisi karbon digital hingga tahun 2030 berdasarkan data tahun 2018 dan 2024. Hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan signifikan pada emisi karbon digital kelas tinggi dan sedang di Kota Semarang dari tahun 2024 ke 2030, dengan prediksi peningkatan luas area kelas tinggi sebesar 0,20%, dan kelas sedang sebesar 6,68%. Sementara itu, kelas rendah menunjukkan penurunan sebesar 1,19%, dan kelas non-emisi mengalami penurunan sebesar 4,97%. Penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan emisi karbon digital berkorelasi dengan ekspansi wilayah urban yang diindikasikan oleh pertumbuhan aktivitas ekonomi, pembangunan infrastruktur, dan penggunaan teknologi yang lebih intensif. Penurunan pada kelas rendah dan non-emisi menandakan transformasi area tersebut menjadi lebih urban, yang mungkin berhubungan dengan urbanisasi atau pengembangan infrastruktur. Penelitian ini memodelkan prediksi mengenai hubungan antara ekspansi wilayah urban dan emisi karbon digital, menggarisbawahi perlunya strategi terpadu dan kebijakan yang efektif untuk mengelola pertumbuhan urban dengan cara yang berkelanjutan.

Kata Kunci : BIG DATA, Emisi Karbon Digital, Ekspansi Wilayah Urban, Kota Semarang, Prediksi Emisi.

ABSTRACT

According to Wackernagel and Rees (1996) in Shaojian W. et al (2014), a carbon footprint is an ecological footprint or land area that includes biological productivity that is useful for maintaining the survival of a particular population. In general, carbon footprints can be used as an object of research that is useful for addressing climate and solving the problem of quantitative evaluation of carbon emission intensity. Carbon emissions are divided into Direct Emissions and Indirect Emissions.

The urban area (rural urban fringe) is a transition zone for changes in land use, social characteristics and demographic characteristics, located between agglomerations that are integrated into settlements. The main factor behind the growth of urban areas is high attraction (magnetic forces/pull forces/attracting forces) both for population and urban activities.

This study explores the dynamics of digital carbon emissions in Semarang, a city experiencing rapid urban growth, by integrating the use of BIG DATA and Geo-AI. The primary focus of this research is to understand how urban expansion contributes to the increase in digital carbon emissions, using variables such as Nighttime Light (NTL), Land Surface Temperature (LST), WorldPop population data, Internet Usage Data, and Open Building Data (OBD). This research employs a methodological approach that includes data normality testing through regression, followed by the prediction of digital carbon emissions up to the year 2030 based on data from 2018 and 2024. The results show a significant increase in high and medium digital carbon emissions in Semarang from 2024 to 2030, with a predicted increase in the area of high-class emissions by 0.20%, and medium-class emissions by 6.68%. Meanwhile, low-class emissions show a decrease of 1.19%, and non-emission classes experience a decrease of 4.97%. This study indicates that the increase in digital carbon emissions is correlated with urban expansion, indicated by the growth of economic activities, infrastructure development, and more intensive technology use. The decrease in low and non-emission classes suggests a transformation of these areas into more urban settings, possibly related to urbanization or infrastructure development. This research models predictions about the relationship between urban expansion and digital carbon emissions, underscoring the need for integrated strategies and effective policies to manage urban growth in a sustainably.

Keywords : *BIG DATA, Digital Carbon Emissions, Emission Prediction, Semarang City, Urban Expansion.*