

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Emisi karbon merupakan salah satu penyumbang utama perubahan iklim global yang kini mengancam keberlanjutan planet kita. Menurut data dari Our World in Data, emisi karbon global telah mencapai lebih dari 36 miliar ton per tahun dan terus menunjukkan peningkatan yang signifikan, terutama akibat aktivitas manusia di sektor energi, transportasi, dan konsumsi sehari-hari [1]. Fenomena ini menimbulkan dampak serius, seperti pemanasan global, polusi udara yang membahayakan kesehatan, hingga kerusakan ekosistem [2,3]. Studi kohort besar dengan lebih dari 5,8 juta peserta di wilayah barat laut Cina mengungkapkan hubungan signifikan antara paparan polusi udara, termasuk emisi karbon, dengan risiko penyakit kardiovaskular yang meningkat, menegaskan pentingnya pengendalian emisi guna menurunkan risiko penyakit terkait lingkungan [4]. Dengan demikian, pengukuran dan pengendalian emisi karbon, khususnya pada tingkat individu, menjadi sangat penting untuk langkah mitigasi perubahan iklim sekaligus edukasi masyarakat.

Meski berbagai kebijakan pemerintah dan lembaga telah dicanangkan untuk pengurangan emisi karbon, tantangan utama terletak pada kemampuan mengukur dan mengklasifikasi emisi secara akurat dan responsif, khususnya pada level individu. Metode-metode tradisional yang mengandalkan estimasi statistik sering kali kurang adaptif terhadap variasi dinamis dan perbedaan perilaku individu [5,6]. Dalam konteks ini, teknologi machine learning muncul sebagai solusi andalan yang mampu memproses data besar dan kompleks untuk memprediksi tingkat emisi karbon dengan lebih tepat dan personal.

Salah satu algoritma machine learning yang banyak diandalkan untuk klasifikasi data non-linear adalah Support Vector Machine (SVM). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan SVM yang dioptimasi dengan teknik seperti particle swarm optimization dapat menghasilkan model emisi karbon yang sangat akurat pada mesin pembakaran [7]. Selain itu, metode ensemble dan teknik optimasi lain juga menunjukkan peningkatan kinerja dalam pemodelan dan klasifikasi emisi [8,9]. Namun demikian, aplikasi SVM untuk mengklasifikasikan tingkat emisi karbon

individu berdasarkan data perilaku gaya hidup masih sangat minim dan memerlukan eksplorasi lebih lanjut.

Kesadaran dan literasi mengenai perubahan iklim semakin berkembang, terutama ketika terbukti bahwa perilaku individu memiliki kontribusi signifikan terhadap jejak karbon yang dihasilkan. Berbagai studi menunjukkan bahwa intervensi literasi iklim mendorong peningkatan komitmen dalam pengambilan tindakan mitigasi yang lebih efektif [10]. Selain itu, perubahan gaya hidup, seperti pengurangan penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil, hingga adopsi pola konsumsi makanan yang lebih berkelanjutan, telah terbukti mampu menurunkan emisi karbon secara nyata [11–14]. Oleh karena itu, pengembangan model klasifikasi yang dapat mengidentifikasi tingkat emisi karbon berdasarkan perilaku sehari-hari menjadi alat penting untuk edukasi dan pengendalian dampak di level individu.

Penelitian terbaru menegaskan bahwa pemanfaatan data perilaku gaya hidup yang dikumpulkan secara sistematis mampu memberikan gambaran profil emisi individu secara lebih akurat dibandingkan metode konvensional [15]. Pengintegrasian data tersebut dengan teknik machine learning seperti SVM diyakini dapat meningkatkan efektivitas klasifikasi dan prediksi tingkat emisi karbon personal secara signifikan.

Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan model klasifikasi tingkat emisi karbon individu menggunakan metode Support Vector Machine (SVM) yang dioptimasi dengan data perilaku gaya hidup sebagai input utamanya. Diharapkan penelitian ini dapat menyediakan pendekatan yang objektif dan cepat dalam mengklasifikasikan emisi karbon pribadi, sehingga mampu mendukung upaya mitigasi perubahan iklim melalui edukasi berbasis data, sekaligus meningkatkan kesadaran individu terhadap dampak gaya hidup mereka pada emisi karbon.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana mengklasifikasikan tingkat emisi karbon pada skala individu menggunakan pendekatan berbasis Support Vector Machine dan data waktu, guna mendapatkan model yang akurat, responsif, dan dapat diandalkan dalam mendeteksi pola emisi serta memberikan rekomendasi mitigasi yang personal, sehingga mendukung pembentukan kebiasaan berkelanjutan dan kebijakan lingkungan yang lebih efektif.

1.3. Tujuan dan Manfaat

1.3.1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi tingkat emisi karbon pada skala individu menggunakan Support Vector Machine berbasis data deret waktu, yang mampu memberikan prediksi akurat dan cepat serta rekomendasi mitigasi yang efektif untuk mendukung upaya pengurangan emisi dan penerapan kebijakan lingkungan yang berkelanjutan.

1.3.2. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan model prediktif yang akurat dan terukur untuk klasifikasi tingkat emisi karbon pada individu, yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mitigasi perubahan iklim secara personal dan komunitas.
2. Meningkatkan kesadaran lingkungan melalui rekomendasi personalisasi berbasis analisis data emisi, sehingga mendorong perubahan perilaku berkelanjutan dan gaya hidup rendah karbon.
3. Mendukung penyusunan kebijakan lingkungan yang berbasis data, dengan menyediakan dasar empiris yang kuat bagi pemerintah dan lembaga terkait dalam merancang intervensi lingkungan yang efektif dan adaptif terhadap perubahan pola emisi.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini akan terfokus dalam mengklasifikasikan tingkat emisi karbon dengan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Berfokus pada emisi karbon individu, sehingga penelitian ini dapat memberikan insight yang lebih spesifik dan actionable untuk intervensi personal yang berdampak langsung.
2. Menggunakan data perilaku, yang memberikan perspektif unik tentang kebiasaan dan pola hidup konsumen, sekaligus membuka peluang untuk edukasi dan perubahan perilaku berdasarkan temuan model.
3. Memanfaatkan parameter perilaku yang lengkap dalam dataset, seperti transportasi, konsumsi energi, makanan, dan pengelolaan sampah, yang

memungkinkan analisis holistik terhadap faktor-faktor yang memengaruhi jejak karbon pribadi.

4. Pengembangan model untuk skenario jangka pendek dan statis, sebagai langkah awal yang efektif dalam membangun dasar untuk penelitian lanjutan yang lebih dinamis dan komprehensif di masa depan.

1.5. Keterbaruan

1. Berbeda dengan penelitian oleh ting et al. (2022), yang mengklasifikasikan sikap masyarakat Inggris terhadap risiko perubahan iklim menggunakan data survei longitudinal, penelitian ini memfokuskan pada klasifikasi tingkat emisi karbon individual berdasarkan data perilaku gaya hidup menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Pendekatan ini memberikan nilai tambah berupa model prediktif yang lebih terarah dan aplikatif dalam konteks pengelolaan jejak karbon personal, dengan pemanfaatan dataset *Personal Carbon Footprint Behavior* yang kuantitatif dan spesifik [3].
2. Berbeda dengan penelitian oleh ji et al. (2025), yang mempelajari hubungan polusi udara, gaya hidup, dan risiko penyakit kardiovaskular dalam kohort besar di Tiongkok utara, penelitian ini fokus pada klasifikasi tingkat emisi karbon individu berdasarkan perilaku gaya hidup menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Pendekatan ini memberikan nilai tambah berupa model klasifikasi yang terfokus dan praktis untuk mengidentifikasi pola emisi karbon personal, yang langsung dapat diimplementasikan dalam intervensi pengurangan jejak karbon berbasis perilaku [4].
3. Berbeda dengan penelitian oleh Davies et al. (2025), yang meneliti efek diet berkelanjutan terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca dan kualitas diet melalui uji coba terkontrol secara acak, penelitian ini memusatkan perhatian pada klasifikasi tingkat emisi karbon individu berdasarkan beragam perilaku gaya hidup dengan menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Pendekatan ini memberikan nilai tambah berupa model prediktif klasifikasi yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kontribusi berbagai aspek perilaku sehari-hari terhadap jejak karbon personal secara lebih rinci dan aplikatif dalam konteks mitigasi perubahan iklim [14].