

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan kepadatan penduduk yang tinggi berada pada garis depan tantangan perubahan iklim global. Berdasarkan laporan *Climate Risk Country Profile: Indonesia* (World Bank Group & Asian Development Bank, 2021), Indonesia menempati peringkat kelima di dunia dalam hal jumlah penduduk yang tinggal di zona pesisir rendah (*low-elevation coastal zone population*), yang menjadikannya sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut dan dampak perubahan iklim lainnya. Kondisi ini menuntut adanya upaya nyata dalam pengendalian emisi karbon dan penerapan konsep pembangunan berkelanjutan, khususnya pada sektor permukiman yang menjadi salah satu penyumbang emisi karbon terbesar di wilayah perkotaan. Saat ini isu *global warming* atau pemanasan global merupakan salah satu isu lingkungan terbesar yang dihadapi dunia saat ini. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akibat aktivitas manusia, seperti penggunaan energi fosil dan deforestasi, telah menyebabkan kenaikan suhu rata-rata bumi. Dampak dari pemanasan global terlihat nyata melalui perubahan iklim ekstrem, kenaikan muka air laut, serta peningkatan suhu permukaan di kawasan perkotaan. Kondisi ini berdampak langsung terhadap keberlanjutan permukiman, terutama di wilayah pesisir padat penduduk seperti Indonesia, yang menghadapi risiko tinggi terhadap banjir rob, intrusi air laut, dan penurunan kualitas lingkungan hidup. Oleh karena itu, diperlukan langkah strategis dalam pengelolaan permukiman yang mampu menekan emisi karbon serta meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim.

Selain menjadi bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim, pengembangan permukiman ramah lingkungan juga sejalan dengan agenda pembangunan berkelanjutan dunia yang tercantum dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Konsep ini mendukung pencapaian Tujuan 11, yaitu “Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan” (*Sustainable Cities and Communities*), dengan mendorong pembangunan permukiman yang inklusif, aman, tangguh, dan ramah lingkungan. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi pada Tujuan 13, yaitu “Penanganan Perubahan Iklim” (*Climate Action*), melalui pendekatan pengurangan emisi karbon di sektor permukiman. Dengan demikian, implementasi konsep permukiman ramah lingkungan tidak hanya menjawab tantangan lokal, tetapi juga mendukung komitmen global Indonesia terhadap pembangunan berkelanjutan.

Pemahaman mengenai sistem permukiman perlu dilakukan secara menyeluruh sebagaimana dijelaskan oleh Doxiadis (1968) bahwa permukiman manusia adalah suatu sistem yang terdiri dari lima elemen yaitu alam, manusia, masyarakat, cangkang (bangunan), dan jaringan, yang semuanya saling berinteraksi secara terus-menerus. Lima elemen tersebut merupakan satu kesatuan yang tak terpisahkan dalam berlangsungnya kehidupan bermukim. Kehidupan manusia yang bermukim pada suatu wilayah perlu adanya suatu peraturan dan kebijakan yang berlaku agar tetap sesuai dengan tatanan kehidupan yang berlaku, baik itu peraturan dari aspek sosial masyarakat maupun aspek fisik bangunan atau permukiman agar tetap selaras dengan keberlanjutan

lingkungan dan alam sekitar. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman menyebutkan bahwa Permukiman adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan. Definisi ini menegaskan bahwa permukiman tidak hanya berfungsi sebagai tempat tinggal, tetapi juga mencakup sistem pendukung kehidupan masyarakat di dalamnya.

Agar tetap selaras dengan alam dan lingkungan sekitar, perlu adanya konsep permukiman yang dirancang dengan prinsip keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi yang disebut dengan "*eco-settlement*" atau Permukiman Ekologis. *Eco-settlement* merupakan tempat bermukim yang ekologis, di mana konsepnya mengarah pada pencapaian nilai-nilai ekologis dalam kehidupan masyarakat. (Sondakh *dkk.*, 2019). Selain itu permukiman ekologis juga didefinisikan sebagai komunitas yang berusaha mengintegrasikan aktivitas manusia secara harmonis dengan alam, mendukung kehidupan manusia yang sehat, dan berkelanjutan dalam jangka panjang (Register, 1987). Adanya konsep permukiman ekologis ini sangat penting untuk diterapkan mengingat saat ini banyak isu-isu global yang menghantui.

Penerapan konsep permukiman yang ramah lingkungan merupakan hal penting seiring meningkatnya isu perubahan iklim dalam hal ini terkait emisi karbon. Konsep ini diharapkan dapat menjadi solusi bagi pengembangan permukiman berkelanjutan di Kabupaten Gowa sebagai wilayah penyangga Kota Makassar yang mengalami pertumbuhan perumahan pesat akibat urbanisasi dan perkembangan ekonomi. Pertumbuhan tersebut di satu sisi menunjukkan kemajuan pembangunan, namun di sisi lain meningkatkan tekanan terhadap lingkungan melalui konsumsi energi, produksi limbah, perubahan tata guna lahan, serta peningkatan emisi karbon dari sektor permukiman, khususnya di Kecamatan Somba Opu. Perbedaan karakteristik antar kelas perumahan juga memengaruhi tingkat konsumsi energi dan penerapan prinsip ramah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengembangan perumahan dan permukiman yang berorientasi pada pengurangan emisi karbon dan keberlanjutan lingkungan. Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan penelitian berjudul "**Perumusan Strategi Perumahan Permukiman yang Ramah Lingkungan Berbasis Pengurangan Emisi Karbon di Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa**".

## 1.2. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan pertanyaan penelitian yang akan dijawab melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting perumahan permukiman di Kecamatan Somba Opu dalam kaitannya dengan emisi karbon?
2. Faktor-faktor apa yang memengaruhi tingginya emisi karbon pada sektor permukiman di Kecamatan Somba Opu?
3. Bagaimana strategi yang dapat dirumuskan untuk mewujudkan permukiman ramah lingkungan berbasis pengurangan emisi karbon Kecamatan Somba Opu?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini disusun berdasarkan rumusan pertanyaan penelitian, dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kondisi eksisting Perumahan permukiman di Kecamatan Somba Opu terkait emisi karbon
2. Menganalisis faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon di Kecamatan Somba Opu
3. Merumuskan strategi pengembangan permukiman ramah lingkungan berbasis pengurangan emisi karbon di Kecamatan Somba Opu

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian yang sudah disusun, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

#### **a. Manfaat Teoretis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang perencanaan wilayah dan kota, khususnya dalam pengembangan konsep permukiman ramah lingkungan yang mendukung upaya mitigasi perubahan iklim. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi akademik dalam mengkaji hubungan antara kebijakan perumahan, pengelolaan energi, dan pengurangan emisi karbon di kawasan perkotaan.

#### **b. Manfaat Praktis**

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi pemerintah daerah, khususnya Pemerintah Kota Makassar dan instansi terkait, dalam merumuskan kebijakan dan strategi pengelolaan permukiman yang berorientasi pada efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi pengembang, masyarakat, dan pihak swasta dalam menerapkan prinsip-prinsip permukiman berkelanjutan yang ramah lingkungan.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian terdiri atas dua bagian utama, yaitu ruang lingkup wilayah dan ruang lingkup substansi. Ruang lingkup wilayah menjelaskan batasan area atau lokasi yang menjadi fokus penelitian, sedangkan ruang lingkup substansi mencakup aspek-aspek materi atau topik yang menjadi pokok bahasan dalam penelitian ini.

#### **a. Ruang Lingkup Wilayah**

Wilayah penelitian ini berada di Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Kecamatan Somba Opu dipilih karena memiliki kawasan yang cukup padat akan perumahan dan permukiman dan terus berkembang pesat dimana Kabupaten Gowa juga merupakan salah satu daerah penyangga Kota Makassar. Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia Timur yang memiliki laju pertumbuhan permukiman yang pesat dan menghadapi tantangan lingkungan akibat peningkatan emisi karbon dari sektor permukiman.

#### **b. Ruang Lingkup Substansi**

Secara substansi, penelitian ini mencakup kajian mengenai kondisi eksisting permukiman dan pengukuran emisi karbon, analisis faktor penyebab peningkatan emisi karbon di sektor permukiman, serta perumusan strategi permukiman ramah

lingkungan berbasis pengurangan emisi karbon. Fokus penelitian diarahkan pada pendekatan kebijakan dan perencanaan berkelanjutan, bukan pada aspek teknis bangunan secara mendetail.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan penelitian ini disusun agar pembahasan tersaji secara sistematis dan mudah dipahami, yaitu sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan  
Bab ini memuat latar belakang, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, kajian teori, penelitian terdahulu, dan kerangka konsep penelitian.
2. Bab II Metode Penelitian  
Bab ini memuat jenis penelitian, waktu dan lokasi penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, populasi dan sampel, variabel penelitian dan kerangka penelitian.
3. Bab III Hasil  
Bab ini memuat data dari hasil penelitian
4. Bab IV Analisis dan Pembahasan  
Bab ini memuat gambaran umum wilayah studi, kondisi fisik di lokasi penelitian. Kemudian memaparkan mengenai analisis untuk menjawab pertanyaan penelitian sebelumnya sesuai dengan tinjauan pustaka dan menggunakan teknik analisis yang telah dirancang
5. Bab V Penutup  
Bab ini merupakan akhir dari penulisan penelitian yang memuat kesimpulan dari hasil-hasil analisis yang menjadi jawaban terhadap pertanyaan penulis yang diteliti. dan juga berisi saran yang diperoleh dari hasil penelitian serta keterbatasan penelitian.

## **1.7. Kajian Teori**

### **1.7.1. Emisi Karbon**

#### **1.7.1.1 Definisi**

Emisi karbon adalah pelepasan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) ke atmosfer sebagai akibat dari berbagai aktivitas manusia yang menggunakan energi berbasis fosil. Dalam konteks permukiman, emisi karbon terutama berasal dari konsumsi energi rumah tangga, seperti penggunaan listrik, peralatan rumah tangga, sistem pendingin udara, serta aktivitas transportasi yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari masyarakat di kawasan hunian (Xu et al., 2022) Definisi emisi karbon permukiman dalam penelitian ini sejalan dengan pendekatan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), yang mengklasifikasikan emisi gas rumah kaca berdasarkan sektor aktivitas manusia, dimana sektor bangunan atau permukiman merupakan salah satu penyumbang utama emisi karbon melalui konsumsi energi rumah tangga (IPCC, 2022). Lebih lanjut, emisi karbon pada bangunan permukiman mencakup keseluruhan siklus hidup bangunan, mulai dari tahap konstruksi, penggunaan energi

operasional, hingga pembongkaran bangunan (Benincá et al., 2023). Definisi tersebut menunjukkan bahwa upaya pengendalian emisi karbon tidak hanya berkaitan dengan peningkatan efisiensi energi operasional, tetapi juga perlu mempertimbangkan aspek perencanaan tata ruang dan desain permukiman yang strategis dalam mewujudkan lingkungan perkotaan yang berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dipahami bahwa emisi karbon permukiman merupakan fenomena yang kompleks dan multidimensi, sehingga tidak hanya dipandang sebagai hasil dari konsumsi energi rumah tangga semata, tetapi juga sebagai konsekuensi dari pola perencanaan, desain, dan pengelolaan kawasan permukiman. Untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai konsep emisi karbon dalam konteks permukiman dan perkotaan, diperlukan peninjauan terhadap berbagai definisi yang dikemukakan oleh para ahli dan peneliti terdahulu. Beberapa tokoh dan hasil penelitian berikut memberikan perspektif yang beragam mengenai emisi karbon permukiman sebagai dasar teoritis dalam penelitian ini. Berikut beberapa definisi Emisi Karbon menurut para ahli :

1. Seto et al. (2021)  
Emisi karbon merupakan hasil dari aktivitas manusia yang terkonsentrasi di wilayah perkotaan, terutama yang berasal dari penggunaan energi pada bangunan, sistem transportasi, dan aktivitas ekonomi perkotaan. (Seto et al., *Nature Climate Change*, 2021)
2. Sharifi (2022)  
Emisi karbon di kawasan permukiman adalah emisi yang dihasilkan dari interaksi antara pola tata guna lahan, konsumsi energi rumah tangga, serta sistem transportasi yang digunakan oleh masyarakat perkotaan. (Sharifi, *Sustainable Cities and Society*, 2022)
3. Li dan Zhou (2023)  
Emisi karbon permukiman didefinisikan sebagai emisi karbon dioksida yang dihasilkan sepanjang siklus hidup bangunan, mulai dari tahap konstruksi, penggunaan energi operasional, hingga pembongkaran bangunan. (Li & Zhou, *Energy and Buildings*, 2023)
4. Wang et al. (2022)  
Emisi karbon perkotaan merupakan akumulasi emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh aktivitas manusia di dalam suatu wilayah kota, yang dipengaruhi oleh kepadatan penduduk, struktur ruang, dan intensitas penggunaan energi. (Wang et al., *Sustainable Cities and Society*, 2022)
5. Newman dan Kenworthy (2021)  
Emisi karbon di kawasan perkotaan terutama dipengaruhi oleh tingkat ketergantungan terhadap energi fosil, khususnya dalam sistem transportasi dan pola pembangunan permukiman yang menyebar (urban sprawl). (Newman & Kenworthy, *Urban Sustainability Studies*, 2021)

### **1.7.1.2. Faktor Terbentuknya Emisi Karbon**

Emisi karbon terbentuk sebagai akibat dari berbagai aktivitas manusia yang berkaitan dengan pemanfaatan energi dan perubahan lingkungan. Dalam skala global

maupun perkotaan, emisi karbon tidak dihasilkan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil interaksi antara aktivitas ekonomi, penggunaan energi, sistem produksi, serta pola pembangunan wilayah. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan emisi karbon sejalan dengan pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan intensifikasi kegiatan ekonomi yang masih didominasi oleh penggunaan energi berbasis fosil.

Secara umum, faktor-faktor yang memengaruhi terbentuknya emisi karbon dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Penggunaan Energi Berbasis Fosil

Faktor utama pembentuk emisi karbon adalah penggunaan energi yang bersumber dari bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Proses pembakaran bahan bakar fosil untuk menghasilkan listrik, energi industri, dan transportasi menghasilkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam jumlah besar yang dilepaskan ke atmosfer. Menurut IPCC (2022), sektor energi merupakan kontributor terbesar emisi karbon global, terutama di negara-negara dengan ketergantungan tinggi terhadap energi fosil.

2. Aktivitas Industri dan Produksi

Kegiatan industri menjadi salah satu sumber utama emisi karbon, baik melalui penggunaan energi dalam proses produksi maupun melalui reaksi kimia tertentu, seperti pada industri semen dan baja. Proses industri tidak hanya menghasilkan emisi secara langsung, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan permintaan energi secara tidak langsung. International Energy Agency (IEA, 2021) menyatakan bahwa sektor industri menyumbang proporsi signifikan terhadap total emisi karbon global, terutama di kawasan dengan pertumbuhan ekonomi pesat.

3. Transportasi

Sektor transportasi berperan besar dalam pembentukan emisi karbon melalui penggunaan kendaraan bermotor berbahan bakar fosil. Mobilitas manusia dan barang yang terus meningkat menyebabkan konsumsi bahan bakar yang tinggi dan menghasilkan emisi karbon dalam jumlah besar. Menurut IPCC (2022), peningkatan jumlah kendaraan dan ketergantungan terhadap transportasi berbasis bahan bakar fosil menjadi salah satu penyebab utama meningkatnya emisi karbon di wilayah perkotaan dan antarwilayah.

4. Perubahan Tata Guna Lahan dan Deforestasi

Perubahan tata guna lahan, khususnya deforestasi dan alih fungsi lahan, turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon. Hilangnya tutupan vegetasi mengurangi kemampuan lingkungan dalam menyerap karbon dioksida, sekaligus melepaskan karbon yang tersimpan dalam biomassa dan tanah. Penelitian oleh Friedlingstein et al. (2022) menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu sumber utama emisi karbon non-energi secara global.

5. Pertumbuhan Penduduk dan Urbanisasi

Pertumbuhan penduduk dan proses urbanisasi mendorong peningkatan kebutuhan energi, infrastruktur, dan layanan perkotaan, yang pada akhirnya

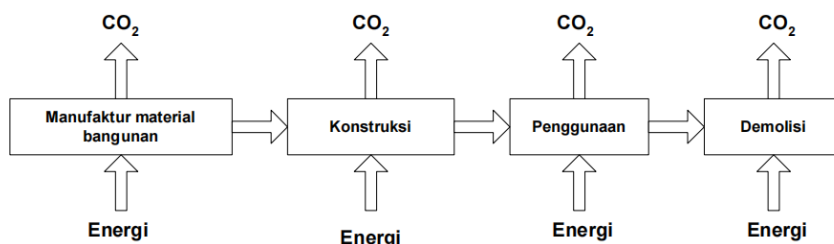
meningkatkan emisi karbon. Konsentrasi aktivitas manusia di wilayah perkotaan menyebabkan intensifikasi konsumsi energi dan produksi emisi. Seto et al. (2021) menyatakan bahwa kota-kota di dunia menyumbang lebih dari separuh emisi karbon global akibat tingginya konsentrasi aktivitas ekonomi dan konsumsi energi.

#### 6. Faktor Sosial dan Ekonomi

Faktor sosial dan ekonomi, seperti tingkat pendapatan, pola konsumsi, dan gaya hidup masyarakat, juga memengaruhi besaran emisi karbon. Masyarakat dengan tingkat konsumsi tinggi cenderung menghasilkan emisi karbon yang lebih besar melalui penggunaan energi dan barang konsumsi. Menurut Wang et al. (2022), faktor ekonomi memiliki korelasi positif terhadap peningkatan emisi karbon di berbagai wilayah.

Pembentukan emisi karbon merupakan suatu proses yang tidak terjadi secara tunggal, melainkan berlangsung melalui serangkaian tahapan aktivitas yang saling berkaitan. Emisi karbon dihasilkan sebagai konsekuensi dari penggunaan energi dan sumber daya pada berbagai aktivitas manusia, baik dalam skala produksi maupun konsumsi. Setiap tahapan aktivitas tersebut memiliki kontribusi tersendiri terhadap pelepasan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) ke atmosfer, tergantung pada jenis energi yang digunakan, teknologi yang diterapkan, serta intensitas aktivitas yang berlangsung. Secara umum, emisi karbon dapat ditelusuri sepanjang siklus hidup suatu aktivitas, mulai dari tahap produksi atau manufaktur material, proses pelaksanaan kegiatan, tahap penggunaan atau operasional, hingga tahap akhir berupa pembongkaran atau penghentian aktivitas. Pada setiap tahapan tersebut, konsumsi energi yang bersumber dari bahan bakar fosil berperan sebagai faktor utama yang memicu terjadinya emisi karbon. Oleh karena itu, pemahaman terhadap tahapan pembentukan emisi karbon menjadi penting sebagai dasar dalam merumuskan strategi pengendalian dan pengurangan emisi secara efektif.

Untuk memperjelas proses pembentukan emisi karbon berdasarkan tahapan siklus hidup tersebut, diperlukan suatu ilustrasi konseptual yang mampu menggambarkan hubungan antara penggunaan energi dan pelepasan emisi  $\text{CO}_2$  pada setiap tahap aktivitas. Ilustrasi ini membantu menjelaskan bahwa emisi karbon tidak hanya dihasilkan pada tahap penggunaan, tetapi juga muncul sejak tahap awal hingga tahap akhir dari suatu siklus aktivitas. Gambaran mengenai tahapan pembentukan emisi karbon tersebut disajikan pada gambar berikut :



**Gambar 1.** Emisi Karbon pada Tahapan Siklus Hidup Bangunan

Sumber : Seo dan Hwang (2001)

Gambar di atas menunjukkan bahwa emisi karbon terbentuk pada berbagai tahapan aktivitas manusia, mulai dari proses produksi material, kegiatan konstruksi, penggunaan energi operasional, hingga tahap pembongkaran. Setiap tahapan tersebut membutuhkan konsumsi energi yang pada umumnya masih bersumber dari bahan bakar fosil, sehingga berkontribusi terhadap pelepasan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Kerangka ini menegaskan bahwa pengendalian emisi karbon perlu dilakukan secara menyeluruh dan tidak hanya difokuskan pada satu tahapan aktivitas saja.

### **1.7.1.3. Dampak Emisi Karbon**

Emisi karbon yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia memberikan dampak yang signifikan terhadap sistem lingkungan, sosial, dan ekonomi. Peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di atmosfer berperan besar dalam memperkuat efek rumah kaca yang memicu terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim. Forster et al. (2021) menjelaskan bahwa emisi CO<sub>2</sub> antropogenik merupakan pendorong utama perubahan iklim global dalam beberapa dekade terakhir, yang ditandai dengan peningkatan suhu rata-rata bumi serta perubahan pola curah hujan. Dampak perubahan iklim ini memicu meningkatnya frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrem seperti banjir, kekeringan, dan gelombang panas yang berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem dan kehidupan manusia.

Selain berdampak terhadap perubahan iklim, emisi karbon juga berpengaruh terhadap kualitas lingkungan, khususnya kualitas udara. Emisi karbon dari pembakaran bahan bakar fosil umumnya dilepaskan bersamaan dengan polutan udara lain, seperti nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) dan partikel halus (PM<sub>2.5</sub>), yang memperburuk kondisi atmosfer. Zhou et al. (2022) menyatakan bahwa tingginya emisi gas rumah kaca sering berkorelasi dengan penurunan kualitas udara, yang pada akhirnya menurunkan daya dukung lingkungan dan meningkatkan tekanan terhadap ekosistem perkotaan maupun regional.

Dampak emisi karbon juga berkaitan erat dengan kesehatan manusia. Meskipun karbon dioksida tidak bersifat toksik secara langsung pada konsentrasi rendah, sumber emisi karbon yang sama sering menghasilkan polutan berbahaya bagi kesehatan. Lelieveld et al. (2022) mengemukakan bahwa paparan jangka panjang terhadap polusi udara akibat pembakaran energi fosil meningkatkan risiko penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, serta menurunkan kualitas kesehatan masyarakat secara umum. Dampak ini cenderung lebih besar di wilayah dengan tingkat aktivitas manusia dan konsumsi energi yang tinggi.

Dari sisi sosial dan ekonomi, emisi karbon memberikan tekanan tambahan terhadap sistem pembangunan. Perubahan iklim akibat peningkatan emisi karbon dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur, penurunan produktivitas sektor pertanian, serta peningkatan biaya adaptasi dan mitigasi. Hsiang et al. (2022) menegaskan bahwa dampak perubahan iklim yang dipicu oleh emisi karbon menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan serta memperbesar kerentanan sosial, terutama bagi kelompok masyarakat yang memiliki kapasitas adaptasi terbatas.

Lebih lanjut, emisi karbon yang tidak terkendali menjadi tantangan utama dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Peningkatan emisi karbon berpotensi menghambat pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya yang berkaitan dengan aksi iklim, kesehatan, dan lingkungan hidup. Sachs et al. (2023) menyatakan bahwa pengendalian emisi karbon merupakan prasyarat penting dalam pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan, karena tekanan lingkungan yang terus meningkat dapat mengurangi keberlanjutan pembangunan jangka panjang. Oleh karena itu, pemahaman mengenai dampak emisi karbon menjadi dasar penting dalam perumusan strategi pengurangan emisi karbon yang berorientasi pada keberlanjutan lingkungan.

Berdasarkan uraian mengenai dampak emisi karbon, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Emisi karbon merupakan penyebab utama terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim melalui peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer.
2. Peningkatan emisi karbon berkontribusi terhadap penurunan kualitas lingkungan, terutama kualitas udara, yang berdampak pada menurunnya daya dukung lingkungan.
3. Emisi karbon yang berasal dari aktivitas berbasis energi fosil berkaitan erat dengan meningkatnya risiko gangguan kesehatan manusia, khususnya penyakit pernapasan dan kardiovaskular.
4. Dampak emisi karbon tidak hanya bersifat lingkungan, tetapi juga menimbulkan konsekuensi sosial dan ekonomi, seperti kerugian sektor produktif dan meningkatnya biaya adaptasi terhadap perubahan iklim.
5. Emisi karbon yang tidak terkendali menjadi tantangan utama dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan, sehingga diperlukan upaya pengendalian emisi sebagai bagian dari perencanaan pembangunan yang berwawasan lingkungan.

### **1.7.2. Emisi Karbon di Permukiman**

Kawasan permukiman menjadi salah satu sumber utama penyumbang emisi karbon di lingkungan perkotaan. Emisi karbon dari permukiman paling banyak dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga yang berhubungan dengan penggunaan energi, mobilitas penduduk, serta sifat fisik dan tata ruang di area tempat tinggal. Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan peningkatan permintaan energi, kontribusi sektor permukiman terhadap jumlah total emisi karbon Semakin meningkat dan menjadi fokus utama dalam upaya mengendalikan perubahan iklim.

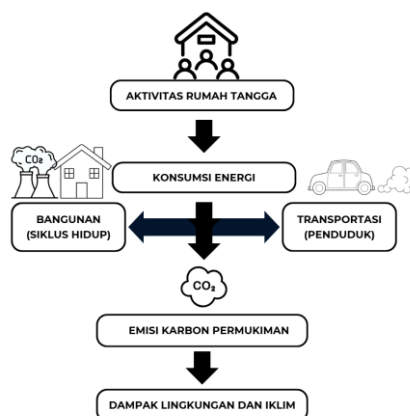
Emisi karbon di kawasan permukiman seringkali berasal dari penggunaan energi operasional rumah tangga, seperti pemakaian listrik untuk penerangan, peralatan rumah, serta sistem pendinginan dan pemanas ruangan. Selain itu, perjalanan sehari-hari penduduk menuju dan dari kawasan permukiman juga menjadi sumber emisi karbon yang signifikan. Seto et al. (2021) mengungkapkan bahwa tingginya konsentrasi aktivitas manusia di kawasan perumahan kota menjadikan sektor permukiman sebagai salah satu penyebab utama emisi karbon, terutama akibat penggunaan energi untuk bangunan dan sistem transportasi.

Selain penggunaan energi operasional, emisi karbon di permukiman juga timbul sepanjang siklus hidup bangunan. Emisi mulai muncul dari tahap produksi bahan bangunan, proses konstruksi, penggunaan energi selama masa tinggal, hingga saat pembongkaran bangunan. Benincá et al. (2023) menekankan bahwa pendekatan siklus hidup bangunan menunjukkan adanya penumpukan emisi karbon pada setiap tahap, sehingga emisi dari sektor permukiman tidak dapat hanya dilihat dari fase penggunaannya saja.

Karakteristik desain ruang dan bentuk permukiman memengaruhi jumlah emisi karbon yang dihasilkan. Pola permukiman yang luas (urban sprawl) cenderung meningkatkan kebutuhan energi serta jarak perjalanan, yang pada gilirannya berkontribusi pada tingginya emisi karbon. Newman dan Kenworthy (2021) mengungkapkan bahwa ketergantungan pada kendaraan bermotor di daerah permukiman yang tidak terhubung dengan sistem transportasi umum menjadi salah satu penyebab utama tingginya emisi karbon di lingkungan perkotaan.

Sebaliknya, kepadatan permukiman dan efisiensi tata ruang dapat membantu mengurangi emisi karbon. Permukiman dengan kepadatan yang direncanakan dengan cermat memungkinkan penggunaan infrastruktur, energi, dan transportasi yang lebih efisien. Sharifi (2022) menekankan pentingnya hubungan antara penggunaan lahan, konsumsi energi rumah tangga, dan sistem transportasi dalam menentukan tingkat emisi karbon pada area permukiman.

Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa emisi karbon di permukiman merupakan hasil dari interaksi kompleks antara konsumsi energi rumah tangga, siklus hidup bangunan, pola perjalanan, serta karakteristik desain ruang di lingkungan hunian. Oleh sebab itu, pengendalian emisi karbon di permukiman memerlukan tidak hanya pendekatan teknis melalui efisiensi energi, tetapi juga pendekatan perencanaan wilayah dan kota yang terpadu. Pemahaman ini menjadi dasar yang krusial dalam pengembangan strategi permukiman ramah lingkungan yang fokus pada pengurangan emisi karbon.



**Gambar 2.** Bagan Konseptual Emisi Karbon di Kawasan Permukiman

*Sumber : Hasil olahan penulis, 2026*

### **1.7.3 Strategi Penanganan Emisi Karbon**

Strategi penanganan emisi karbon merupakan upaya terencana dan sistematis yang bertujuan untuk menekan laju peningkatan emisi karbon sebagai respon terhadap tantangan perubahan iklim global. Berbagai studi menunjukkan bahwa pengendalian emisi karbon tidak dapat dilakukan melalui satu pendekatan tunggal, melainkan memerlukan kombinasi kebijakan, teknologi, perubahan perilaku, serta pengelolaan ruang yang berkelanjutan. Dalam konteks pembangunan perkotaan, strategi penanganan emisi karbon mencakup pendekatan umum yang berlaku lintas sektor, seperti efisiensi energi dan pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, serta pendekatan spesifik yang disesuaikan dengan karakteristik sektor tertentu, termasuk kawasan permukiman. Oleh karena itu, pembahasan strategi penanganan emisi karbon dalam kajian teori ini dibedakan menjadi strategi penanganan secara umum dan strategi penanganan yang diterapkan secara khusus pada kawasan permukiman sebagai dasar perumusan konsep permukiman ramah lingkungan.

#### **1.7.3.1. Strategi Penanganan Secara Umum**

Upaya pengendalian emisi karbon secara umum merupakan bagian integral dari agenda global dalam merespons tantangan perubahan iklim. Berbagai kajian ilmiah menunjukkan bahwa peningkatan emisi karbon terutama disebabkan oleh intensitas aktivitas manusia di berbagai sektor pembangunan, termasuk energi, transportasi, industri, serta perubahan tata guna lahan. Kondisi tersebut menuntut adanya strategi pengurangan emisi karbon yang bersifat komprehensif dan terpadu, sehingga tidak hanya menitikberatkan pada satu sektor tertentu, melainkan mencakup keseluruhan sistem pembangunan wilayah dan perkotaan.

Salah satu pendekatan utama dalam strategi penanganan emisi karbon adalah perubahan sistem energi menuju sumber energi yang lebih bersih dan rendah emisi. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2022) menegaskan bahwa transisi dari penggunaan energi fosil ke energi terbarukan, seperti tenaga surya, angin, dan air, memiliki peran signifikan dalam menurunkan emisi karbon secara global. Upaya ini perlu didukung dengan penerapan efisiensi energi di berbagai sektor, guna menekan tingkat konsumsi energi tanpa mengurangi kualitas pelayanan maupun produktivitas aktivitas manusia.

Selain sektor energi, sistem transportasi juga menjadi komponen penting dalam strategi pengurangan emisi karbon. Seto et al. (2021) dalam *Nature Climate Change* menjelaskan bahwa pengembangan transportasi umum, peningkatan fasilitas transportasi tidak bermotor, serta pembatasan penggunaan kendaraan pribadi merupakan langkah strategis dalam menekan emisi karbon, khususnya di wilayah perkotaan. Integrasi antara sistem transportasi dan tata guna lahan dinilai mampu mengurangi kebutuhan perjalanan jarak jauh yang selama ini menjadi penyumbang utama emisi karbon.

Strategi penanganan emisi karbon juga berkaitan erat dengan kebijakan perencanaan wilayah dan tata ruang. Newman dan Kenworthy (2021) dalam *Journal of Urban Affairs* mengemukakan bahwa pola pembangunan wilayah yang menyebar dan tidak terkendali cenderung meningkatkan konsumsi energi serta emisi karbon. Sebaliknya, pendekatan perencanaan yang mengarah pada pembangunan wilayah

yang kompak, efisien, dan berkelanjutan dapat berkontribusi dalam menekan emisi karbon melalui optimalisasi penggunaan infrastruktur dan ruang.

Di samping pendekatan teknis dan spasial, aspek kebijakan dan kelembagaan turut berperan penting dalam upaya pengendalian emisi karbon. OECD (2020) dalam *OECD Environmental Outlook* menyatakan bahwa penerapan instrumen kebijakan, seperti regulasi pengendalian emisi, insentif ekonomi, serta peningkatan kesadaran dan partisipasi masyarakat, dapat mendorong perubahan perilaku menuju aktivitas yang lebih rendah emisi karbon. Hal ini menunjukkan bahwa penanganan emisi karbon tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga memerlukan dukungan tata kelola yang efektif dan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian dari kajian beberapa literatur tersebut, maka beberapa pendekatan utama yang dapat dirangkum dan ditangkap secara langsung adalah sebagai berikut:

1. Transformasi sistem energi menuju energi rendah karbon  
Upaya pengurangan emisi karbon dilakukan melalui pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil dan peningkatan pemanfaatan energi terbarukan, seperti energi surya, angin, dan air, sebagai sumber energi utama dalam mendukung aktivitas pembangunan.
2. Peningkatan efisiensi energi lintas sektor  
Strategi ini berfokus pada pengurangan konsumsi energi melalui penggunaan teknologi yang lebih efisien serta pengelolaan energi yang optimal, tanpa menurunkan tingkat pelayanan maupun produktivitas kegiatan manusia.
3. Pengembangan sistem transportasi berkelanjutan  
Pengendalian emisi karbon dilakukan dengan mendorong penggunaan transportasi umum, pengembangan transportasi tidak bermotor, serta pengurangan ketergantungan terhadap kendaraan pribadi yang berbasis bahan bakar fosil.
4. Perencanaan tata ruang dan pembangunan wilayah yang efisien  
Strategi ini menekankan pentingnya pola pembangunan yang kompak, terintegrasi, dan berorientasi pada keberlanjutan guna menekan kebutuhan energi dan mobilitas yang berlebihan akibat pola pembangunan yang menyebar.
5. Penguatan kebijakan, regulasi, dan kelembagaan  
Penanganan emisi karbon didukung oleh penerapan kebijakan pengendalian emisi, instrumen ekonomi, serta peningkatan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam menerapkan gaya hidup dan aktivitas rendah karbon.
6. Pendekatan lintas sektor dan terintegrasi  
Seluruh strategi penanganan emisi karbon perlu dilaksanakan secara terpadu antar sektor, sehingga kebijakan energi, transportasi, tata ruang, dan lingkungan saling mendukung dalam mencapai pengurangan emisi karbon secara berkelanjutan.

### **1.7.3.2. Strategi Penanganan di Permukiman**

Upaya pengurangan emisi karbon di kawasan permukiman memerlukan strategi yang spesifik terhadap karakteristik bangunan dan pola penggunaan energi di rumah tangga. Dalam artikel "Strategies for Mitigating Urban Residential Carbon Emissions:

A System Dynamics Analysis of Kunming, China” yang diterbitkan di jurnal *Buildings*, Xu et al. (2024) menyarankan beberapa strategi utama yang efektif dalam menekan emisi karbon rumah tangga, antara lain melalui peningkatan kesadaran rendah karbon di kalangan penghuni, modifikasi struktur energi menuju sumber yang lebih rendah emisi, peningkatan investasi dalam riset dan teknologi rendah karbon, serta ekspansi ruang hijau sebagai bagian dari lingkungan permukiman yang berkelanjutan.

Selain itu, Liu et al. (2025) dalam artikel “A Review of the Impact of Urban Form on Building Carbon Emissions” juga menekankan pentingnya strategi perencanaan dan desain permukiman yang mempertimbangkan bentuk kota dan struktur ruang. Penelitian ini menemukan bahwa optimalisasi bentuk permukiman dan kepadatan kawasan dapat mengurangi jejak karbon bangunan melalui peningkatan efisiensi energi operasional dan pengurangan ketergantungan pada mobilitas jarak jauh yang tinggi emisi.

Dengan mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut yaitu modifikasi internal rumah tangga (energi, perilaku, teknologi), serta perbaikan desain dan struktur ruang permukiman maka strategi pengurangan emisi karbon di kawasan permukiman dapat berjalan lebih efektif dan berkelanjutan, sekaligus menyediakan landasan kebijakan yang kuat bagi perencana dan pengambil keputusan.

**Tabel 1.** Strategi Penanganan Emisi Karbon di Kawasan Pemukiman Berdasarkan Kajian Literatur

No	Sumber Jurnal	Judul Artikel	Strategi Penanganan Emisi Karbon di Permukiman
1	Xu et al. (2024) – <i>Buildings</i>	<i>Strategies for Mitigating Urban Residential Carbon Emissions: A System Dynamics Analysis of Kunming, China</i>	Perubahan perilaku dan kesadaran rendah karbon rumah tangga, dilakukan melalui pengendalian pola konsumsi energi, pengurangan penggunaan peralatan berdaya tinggi, serta peningkatan efisiensi aktivitas domestik. Perbaikan struktur energi permukiman diarahkan pada pengurangan ketergantungan terhadap energi berbasis fosil dan peningkatan penggunaan energi rendah karbon. Selain itu, investasi riset dan teknologi rendah karbon difokuskan pada penerapan teknologi hemat energi di bangunan hunian. Pengembangan ruang hijau permukiman berfungsi sebagai penyerap karbon sekaligus peningkatan kualitas lingkungan mikro permukiman.

2	Liu et al. (2025) – <i>Buildings</i>	<i>A Review of the Impact of Urban Form on Building Carbon Emissions</i>	Optimalisasi bentuk dan tata letak permukiman dilakukan melalui pengaturan kepadatan bangunan yang efisien sehingga dapat menurunkan kebutuhan energi operasional. Pengendalian pola pembangunan horizontal (urban sprawl) bertujuan mengurangi peningkatan emisi akibat konsumsi energi dan mobilitas yang tinggi. Selain itu, integrasi fungsi hunian dengan fasilitas pendukung mampu menekan kebutuhan perjalanan jarak jauh yang berkontribusi terhadap emisi karbon permukiman.
---	--------------------------------------	--	---

#### 1.7.4 Konsep Eco-Settlement sebagai Pendekatan Permukiman Ramah Lingkungan

*Eco-settlement* terdiri dari dua kata yaitu *eco* dan *settlement* yang berarti tempat bermukim/tempat tinggal yang ekologis. Berdasarkan arti tersebut terlihat konsep *eco-settlement* mengarah pada pencapaian nilai ekologis. Konsepsi *eco-settlement* dapat dinyatakan sebagai pengembangan dari konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Menurut Suryani (2011), *Eco-settlement* adalah suatu konsep penataan permukiman dengan mengharmonisasikan aspek sosial, ekonomi, dan ekologi menuju keberlanjutan ekosistem dengan didukung oleh sistem kelembagaan yang kapabel. Menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukiman (Puslitbangkim) Kementerian Pekerjaan Umum (2006), kriteria *eco-settlement* memiliki empat aspek utama, yaitu ekologi, sosial, ekonomi, dan kelembagaan.

1. Aspek Ekologi : meliputi keanekaragaman hayati (*biodiversity*), kualitas udara dan air, rumah sehat, penggunaan lahan, perubahan iklim, energi, serta teknologi berwawasan lingkungan.
2. Aspek sosial : mencakup kapasitas masyarakat (pendidikan, partisipasi, kebiasaan) dan pemberdayaan masyarakat.
3. Aspek ekonomi : meliputi inovasi teknologi, pengembangan ekonomi lokal/ *Local economic development* (kesempatan kerja dan peningkatan kesejahteraan), serta aksesibilitas transportasi.
4. aspek kelembagaan : menitikberatkan pada kapasitas institusi dalam kerja sama dan dukungan kebijakan.

Selain menekankan keseimbangan antara aspek sosial, ekonomi, dan kelembagaan, konsep *eco-settlement* juga menitikberatkan pada dimensi ekologis sebagai fondasi utama keberlanjutan lingkungan. Penelitian oleh Wang et al. (2022) menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan akibat pembangunan permukiman memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas ekologi suatu wilayah. Penurunan tutupan vegetasi seperti hutan dan padang rumput, serta meningkatnya lahan terbangun, terbukti menurunkan kemampuan lingkungan dalam menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Indikator ekologis

seperti proporsi lahan terbangun, tutupan vegetasi, produktivitas primer bersih (NPP), dan curah hujan tahunan dapat digunakan untuk menilai keberlanjutan lingkungan permukiman. Hasil tersebut sejalan dengan prinsip *eco-settlement*, di mana keberlanjutan permukiman tidak hanya ditentukan oleh kualitas fisik dan sosial, tetapi juga oleh stabilitas ekosistem dan kemampuan lingkungan untuk menyeimbangkan emisi karbon melalui sistem tata ruang yang efisien dan hijau.

### **1.7.5 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) merupakan badan internasional yang didirikan pada tahun 1988 oleh United Nations bekerja sama dengan World Meteorological Organization. IPCC bertugas menyusun kajian ilmiah secara komprehensif terkait perubahan iklim, meliputi aspek ilmiah, dampak, risiko, serta opsi mitigasi dan adaptasi. IPCC tidak melakukan penelitian langsung, melainkan mensintesis berbagai hasil penelitian ilmiah global yang kemudian dirangkum dalam laporan penilaian (*assessment report*). Salah satu laporan terbarunya adalah IPCC Sixth Assessment Report yang menegaskan bahwa aktivitas manusia merupakan penyebab utama peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) yang memicu pemanasan global. Dalam konteks penelitian emisi karbon, IPCC memiliki peran penting melalui pedoman teknis yang dikenal sebagai *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Pedoman ini menjadi standar global dalam menghitung emisi gas rumah kaca dari berbagai sektor, termasuk sektor energi rumah tangga. IPCC menggunakan pendekatan berbasis aktivitas (*activity data*) dan faktor emisi (*emission factor*), yang secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Emisi} = \text{Data Aktivitas} \times \text{Faktor Emisi}$$

Di mana:

- Data Aktivitas: jumlah konsumsi energi (misalnya kWh listrik, liter BBM, kg LPG)
- Faktor Emisi: jumlah emisi yang dihasilkan per satuan aktivitas

## 1.8. Penelitian Terdahulu

**Tabel 2.** Penellitian Terdahulu

<b>No</b>	<b>Nama Peneliti &amp; Tahun</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Tujuan Penelitian</b>	<b>Variabel Penelitian</b>	<b>Teknik Analisis</b>	<b>Persamaan &amp; Perbedaan</b>	<b>Hasil Penelitian</b>	<b>Sumber</b>
1	Erizal Novanan da & Rulli Pratiwi Setiawan (2015)	Persebaran Spasial Produksi Emisi Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )dari Penggunaan Lahan Permukiman di Kawasan Perkotaan Gresik Bagian Timur	Mengetahui kontribusi emisi CO <sub>2</sub> dari permukiman dan persebaran spasialnya.	Konsumsi bahan bakar memasak, faktor emisi, dan nilai NCV.	Analisis matematis emisi (IPCC) dan Analisis GIS.	<b>Persamaan:</b> Fokus pada emisi rumah tangga dan GIS. <b>Perbedaan:</b> Lokasi di Gresik.	Emisi tertinggi ada di permukiman lama yang padat serta kawasan <i>real estate</i> .	Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No. 1, (2015) ISSN: 2337-3539.
2	Rusyda Al Latifa, dkk (2018)	Faktor Rumah Tangga yang Mempengaruhi Emisi CO <sub>2</sub> di Kelurahan Jodipan, Kota Malang	Mengetahui besaran jejak karbon dan hubungan karakteristik rumah tangga terhadap emisi.	Konsumsi bahan bakar, listrik, daya listrik, dan pendapatan.	Perhitungan IPCC (2006) dan regresi linier berganda.	<b>Persamaan:</b> Analisis karakteristik ekonomi terhadap emisi. <b>Perbedaan:</b> Lokasi di Malang.	Daya listrik dan tingkat pendapatan menjadi penyumbang emisi terbesar.	Jurusan PWK, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya (2018).

3	Layli Yuliana, dkk (2016)	Penentuan Faktor Emisi Spesifik Sektor Permukiman Untuk Estimasi Tapak Karbon dan Pemetaannya di Kabupaten Banyuwangi	Menentukan faktor emisi spesifik dan menganalisis persebaran emisi melalui pemetaan.	Aktivitas rumah tangga (penggunaan bahan bakar memasak).	Metode IPCC dan pemetaan spasial.	<b>Persamaan:</b> Menggunakan metode IPCC untuk sektor permukiman. <b>Perbedaan:</b> Lokasi di Banyuwangi.	Faktor emisi perkotaan (0,3855 ton/RT) lebih rendah dibanding pedesaan yang memakai kayu bakar.	Jurnal Purifikasi, Vol. 16, No. 1, Juli 2016.
4	Siti Zubaidah Kurdi (2008)	Pengaruh Emisi CO2 Dari Sektor Perumahan Perkotaan Terhadap Kualitas Lingkungan Global	Mengidentifikasi faktor penentu emisi CO2 di lingkungan perumahan perkotaan.	Aktivitas domestik, transportasi, limbah, bahan bangunan, dan RTH.	Deskriptif dan eksploratif.	<b>Persamaan:</b> Variabel listrik, transportasi, dan limbah. <b>Perbedaan:</b> Studi pada awal tahun 2000-an.	Emisi terbesar berasal dari energi listrik untuk kegiatan domestik.	Jurnal Permukiman Vol. 3 No. 2 Agustus 2008.
5	Muhammad Fajar, dkk (2020)	Analisis Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Dalam Menyerap Sisa Emisi Karbon	Mengetahui kemampuan RTH (hutan kota) dalam menyerap emisi CO2	Kerapatan tajuk, sisa emisi CO2 ambien, dan daya serap pohon.	Pengukuran lapangan (gas analyzer) dan analisis deskriptif.	<b>Persamaan:</b> Membahas peran vegetasi sebagai penyerap emisi. <b>Perbedaan:</b> Fokus pada	Lokasi dengan tutupan pohon jarang memiliki sisa emisi CO2 tertinggi	Jurnal Daur Lingkungan, 3(1), Februari 2020. ISSN 2615-1626.

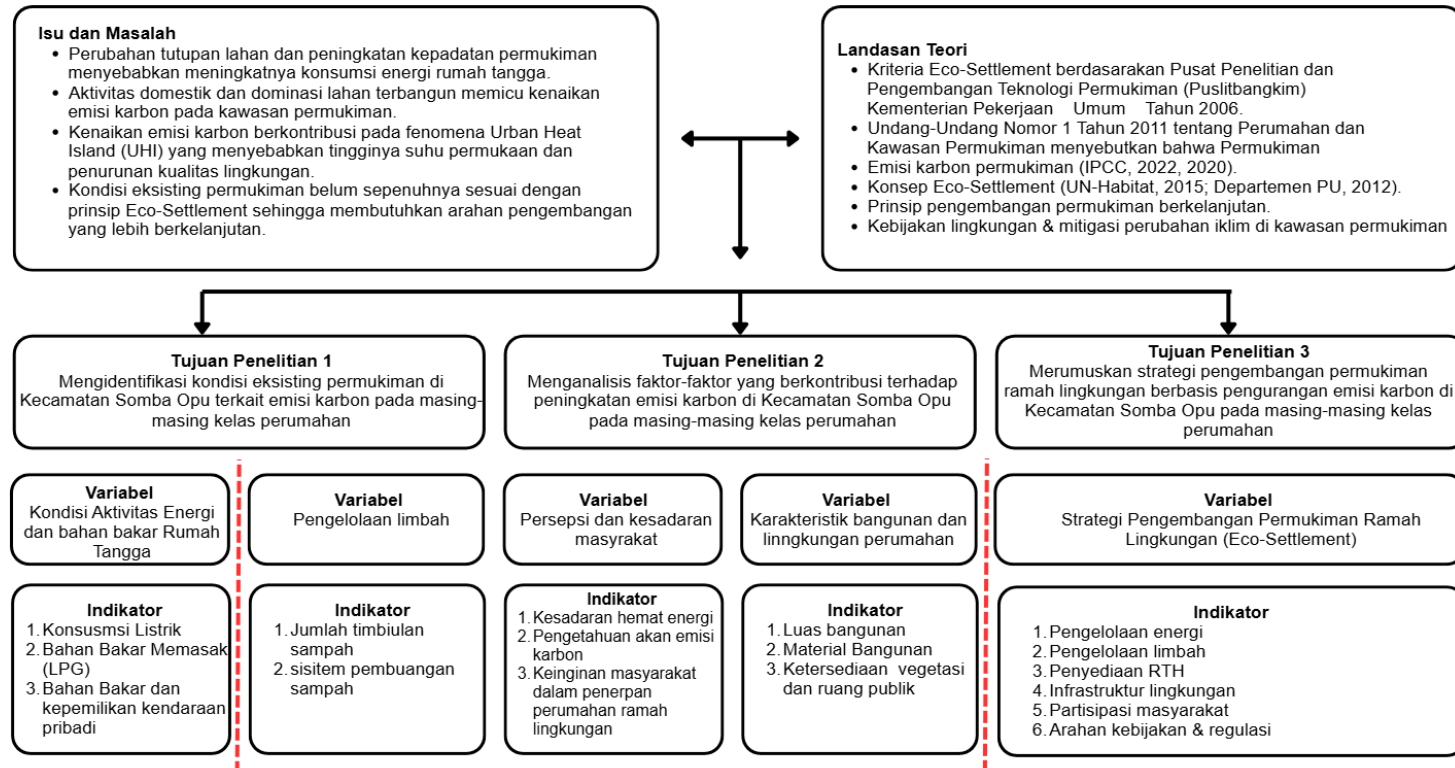
						pengukuran udara ambien.	(420,762 ppm).	
6	Ilmari Talvitie, dkk (2024)	<i>Spatiotemporal evaluation of embodied carbon in urban residential development</i>	Mengevaluasi tren pengembangan hunian dan emisi karbon yang terkandung ( <i>embodied carbon</i> ).	Perkembangan hunian, densitas, dan <i>embodied carbon</i> (EC).	Analisis kuantitatif data bangunan dan analisis spasial.	<b>Persamaan:</b> Evaluasi spasial pengembangan hunian. <b>Perbedaan:</b> Fokus pada emisi material bangunan.	Kebijakan densifikasi meningkatkan intensitas EC sebesar 5-10% karena penggunaan material non-kayu.	<a href="https://doi.org/10.5334/bc.471">Buildings and Cities (2024). https://doi.org/10.5334/bc.471.</a>
7	Jian Xu, dkk (2024)	<i>Strategies for Mitigating Urban Residential Carbon Emissions: A System Dynamics Analysis</i>	Mengevaluasi emisi bangunan dan menerapkan strategi mitigasi masa depan.	Faktor sosial, ekonomi, energi, dan investasi perumahan.	Model System Dynamics (SD).	<b>Persamaan:</b> Membahas strategi mitigasi berbasis perilaku. <b>Perbedaan:</b> Menggunakan pemodelan prediksi.	Strategi mitigasi utama adalah peningkatan kesadaran rendah karbon dan transisi energi.	<a href="https://doi.org/10.3390/buildings14040982">Buildings 2024, 14, 982. https://doi.org/10.3390/buildings14040982.</a>
8	Zheming Liu, dkk (2025)	<i>A Review of the Impact of Urban Form on Building Carbon Emissions</i>	Meninjau hubungan antara bentuk kota dengan emisi karbon bangunan.	<i>Urban form</i> , tata letak bangunan, dan perilaku pengguna.	<i>Bibliometric analysis.</i>	<b>Persamaan:</b> Variabel bentuk fisik bangunan dan perilaku. <b>Perbedaan:</b> Merupakan	Perilaku pengguna berdampak signifikan pada emisi operasional bangunan.	<a href="https://doi.org/10.3390/buildings15152604">Buildings 2025, 15, 2604. https://doi.org/10.3390/buildings15152604.</a>

---

						studi literatur (Review).	
<b>9</b>	Michael Storck, dkk (2023)	<i>Towards Assessing Embodied Emissions in Existing Buildings: LCA-Comparison</i>	Membandingkan dampak lingkungan renovasi versus pembangunan baru.	<i>Embodied dan operational emissions.</i>	Life Cycle Assessment (LCA).	<b>Persamaan:</b> Menilai emisi operasional gedung. <b>Perbedaan:</b> Fokus pada siklus hidup material.	Renovasi lebih efektif menurunkan emisi dibanding pembangunan baru.  <u><a href="https://doi.org/10.3390/su151813981">Sustainability 2023, 15, 13981.</a></u> <u><a href="https://doi.org/10.3390/su151813981">https://doi.org/10.3390/su151813981.</a></u>
<b>10</b>	Karen C. Seto, dkk (2021)	<i>From Low-to Net-Zero Carbon Cities: The Next Global Agenda</i>	Meninjau transisi menuju kota net-zero carbon secara global.	Infrastruktur kota, sistem energi, dan tata guna lahan.	Tinjauan sistematis kebijakan global.	<b>Persamaan:</b> Fokus pada visi kota rendah karbon. <b>Perbedaan:</b> Skala analisis global dan makro.	Perubahan sistemik pada desain perkotaan diperlukan untuk mencapai target net-zero.  Annual Review of Environment and Resources, 46:377-415.

---

## 1.9. Kerangka Konsep Penelitian



**Gambar 3.** Kerangka Konsep Penelitian  
Sumber: Penulis, 2025

## **BAB II**

### **METODOLOGI**

#### **2.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (mixed method research). Mix methods adalah pendekatan penelitian yang menggabungkan pemeriksaan kualitatif dengan kuantitatif (Creswell, 2010). Pengertian lain yaitu menurut Sugiyono, penelitian dengan metode kombinasi (mixed methods) merupakan pendekatan yang memadukan penggunaan metode kualitatif dan kuantitatif dalam satu rangkaian penelitian, melalui penggabungan kedua metode tersebut, data yang diperoleh mampu memberikan gambaran yang lebih menyeluruh serta memiliki tingkat keabsahan, konsistensi, dan objektivitas yang lebih baik. Pendekatan ini memadukan teknik pengumpulan dan analisis data kualitatif serta kuantitatif secara terpadu dalam menjawab tujuan penelitian. Mixed method dipilih karena mampu memberikan gambaran kondisi secara numerik sekaligus menjelaskan makna, konteks, dan fenomena yang terjadi di lapangan.

Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur indikator aktivitas permukiman yang berpotensi menghasilkan emisi karbon, seperti konsumsi energi, mobilitas masyarakat, serta kondisi fisik lingkungan. Sementara itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk menelusuri sudut pandang masyarakat, pengalaman, persepsi, serta pertimbangan yang mendasari perilaku lingkungan dan kesiapan menuju pengembangan permukiman yang lebih berkelanjutan.

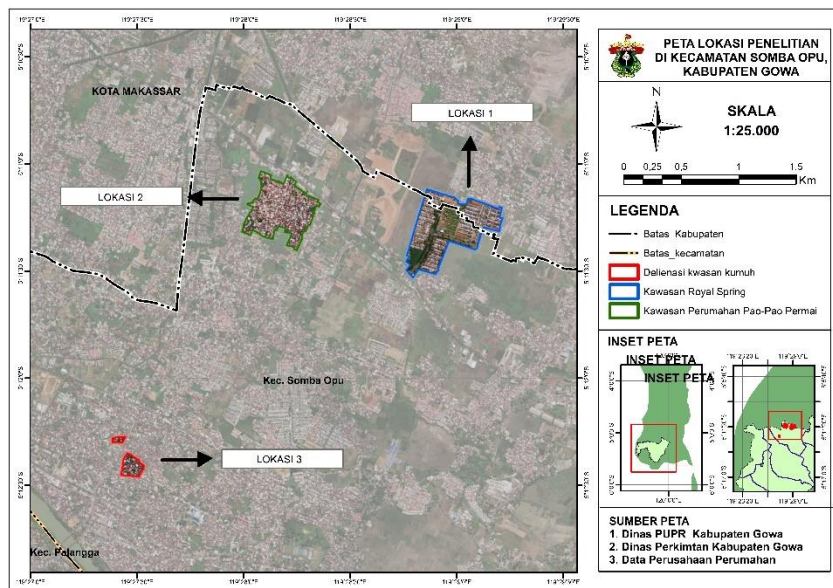
Dengan memadukan kedua pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan menghasilkan pemahaman yang lebih utuh, baik secara statistik maupun kontekstual, sehingga mampu menjadi dasar dalam merumuskan strategi pengembangan permukiman ramah lingkungan.

#### **2.2 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini berlokasi di tiga Kawasan perumahan permukiman yang dengan membandingkan tiga kelas yang berbeda, yaitu permukiman kelas bawah, perumahan kelas menengah, dan perumahan kelas atas di Kabupaten Gowa. Pemilihan lokasi perumahan yang mempresentasikan ketiga kelas tersebut dilakukan dengan memperhatikan beberapa aspek seperti jarak yang dekat, izin atau akses dari pihak manajemen atau RT/RW setempat, serta beberapa indikator yang mendukung penelitian.

Lokasi Pertama yaitu di Perumahan Royal Spring yang mewakili perumahan kelas atas. Perumahan ini terletak di Jalan Krg. Makkawari, Kelurahan Samata, Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa. Kawasan ini di pilih karena memiliki kualitas infrastruktur yang baik dan lingkungan perumahan yang berkelas dan terencana serta jaraknya yang tidak terlalu jauh. Selain itu, perumahan ini dihuni oleh masyarakat dengan tingkat ekonomi menengah ke atas sehingga dianggap mampu menggambarkan pola konsumsi energi, penggunaan material bangunan, dan perilaku lingkungan pada perumahan kelas atas.

Lokasi ketiga adalah Kelurahan Bonto-Bontoa yang mewakili kawasan permukiman kelas bawah. Kawasan ini dipilih karena memiliki kepadatan bangunan yang tinggi, keterbatasan sarana dan prasarana lingkungan, serta kondisi hunian yang belum memenuhi standar kelayakan. Pemilihan Lokasi ini juga berdasarkan dokumen Dinas Perumahan Kawasan Permukiman dan Pertahanan Kabupaten Gowa terkait penetapan kawasan kumuh di Kabupaten Gowa. Lokasi ini penting untuk dikaji guna mengetahui tantangan dan peluang penerapan strategi perumahan ramah lingkungan pada kawasan dengan keterbatasan sumber daya. Pemilihan lokasi ini bertujuan untuk melihat perbandingan kondisi fisik, sosial, serta tingkat penerapan prinsip ramah lingkungan pada perumahan kelas menengah.



**Gambar 4.** Peta Sebaran Lokasi Penelitian Penulis  
Sumber : Penulis, 2026

## 2.3 Populasi dan Sampel

### 2.3.1 Populasi

Populasi adalah keseluruhan objek penelitian yang terdiri atas manusia, hewan, benda-benda, tumbuh, peristiwa, gejala, ataupun nilai tes sebagai sumber data yang memiliki karakteristik tertentu dalam suatu penelitian yang dilakukan (Hadari Nawawi, 1983). Adapun Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh rumah tangga yang berada pada kawasan permukiman yang menjadi lokasi penelitian, yaitu perumahan kelas atas, perumahan kelas menengah, dan permukiman kelas bawah di Kabupaten Gowa. Pemilihan tiga kawasan tersebut didasarkan pada perbedaan karakteristik sosial ekonomi, kondisi fisik lingkungan, serta pola aktivitas rumah tangga yang berpotensi memengaruhi besaran emisi karbon yang dihasilkan. Populasi penelitian dalam hal ini

yaitu seluruh kepala keluarga atau anggota keluarga sebagai perwakilan rumah tangga yang berdomisili di ketiga lokasi penelitian.

### 2.3.1 Sampel

Sampel penelitian merupakan bagian dari populasi yang dipilih untuk mewakili karakteristik populasi secara keseluruhan. Pengambilan sampel penelitian dilakukan karena keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya dalam menjangkau seluruh populasi yang jumlahnya cukup banyak. Adapun teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *purposive sampling*, yaitu pemilihan responden berdasarkan kriteria tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Menurut Notoatmodjo (2010), *purposive sampling* merupakan pengambilan sampel yang berdasarkan atas pertimbangan tertentu seperti sifat-sifat populasi ataupun ciri-ciri yang sudah diketahui sebelumnya. Adapun kriteria responden dalam penelitian ini adalah:

1. Tinggal dan menetap di kawasan penelitian
2. Berstatus sebagai kepala keluarga atau anggota rumah tangga yang mengetahui aktivitas rumah tangga
3. Bersedia mengisi kuesioner penelitian

Jumlah sampel ditentukan berdasarkan kebutuhan analisis dan keterwakilan masing-masing kawasan permukiman. Distribusi sampel dilakukan secara proporsional pada setiap lokasi penelitian agar dapat dilakukan perbandingan antar kawasan.

**Tabel 3.** Jumlah Populasi dan Sampel

Lokasi	Populasi (Rumah)	Sampel (Rumah)
Perumahan Royal Spring	1.141	30
Perumahan Pao-pao Permai	1.150	30
Permukiman Bonto-bontoa	150	20

### 2.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data dalam penelitian ini merupakan sebuah langkah penting yang harus disusun secara strategis dan sistematis. Menurut Creswell (2016), pengumpulan data merupakan proses mengumpulkan informasi melalui observasi, wawancara, dokumen, materi audiovisual, serta instrumen survei sebagai bagian dari prosedur utama dalam penelitian kualitatif maupun kuantitatif. Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung di lapangan sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain seperti internet.

#### 1. Data Primer

Menurut Sugiyono (2019), data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama melalui observasi, wawancara, maupun kuesioner yang diberikan kepada responden. Adapun teknik pengumpulan data primer dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

a. Observasi lapangan

Observasi merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan cara turun langsung ke lokasi penelitian dan melakukan pengamatan. Abdussamad (2021) mengemukakan bahwa observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati objek penelitian secara sengaja dan mencatat hasil pengamatan tersebut. Observasi dalam penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kondisi fisik dan lingkungan permukiman, meliputi proporsi ruang terbuka, dominasi bangunan, ketersediaan vegetasi, serta kondisi infrastruktur lingkungan.

b. Wawancara

Wawancara merupakan suatu teknik pengumpulan dengan berkomunikasi langsung kepada masyarakat melalui beberapa pertanyaan yang diajukan oleh peneliti. Menurut Yusuf (2017), wawancara adalah salah satu teknik pengumpulan data yang melibatkan proses interaksi antara pewawancara dan orang yang diwawancarai selaku sumber informasi. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi terkait faktor sosial, partisipasi masyarakat, pengelolaan lingkungan, serta aspirasi dan persepsi masyarakat terhadap strategi pengembangan permukiman ramah lingkungan berbasis *Eco-Settlement*. Dalam penelitian ini wawancara dilakukan kepada pihak manajemen perumahan atau RT/RW setempat dalam kawasan perumahan.

c. Kuesioner

Menurut Sarwono (2017), kuesioner adalah alat pengumpulan data yang terdiri dari pertanyaan-pertanyaan tertulis yang disusun sedemikian rupa untuk mengumpulkan informasi tentang variabel yang diteliti. Kuesioner digunakan untuk memperoleh data primer terkait aktivitas energi rumah tangga dan perilaku masyarakat, seperti tingkat konsumsi listrik, kebiasaan penggunaan alat elektronik, kesadaran hemat energi, pembuangan limbah, pola mobilitas harian, dan jumlah anggota keluarga.

d. Dokumentasi

Teknik dokumentasi dilakukan untuk mengumpulkan data berupa foto lapangan, rekaman visual, peta permukiman, denah site plan, catatan kegiatan lingkungan, serta dokumen terkait kondisi permukiman yang berasal dari masyarakat maupun perangkat kelurahan.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara dan dikumpulkan oleh pihak lain sebelumnya dalam bentuk dokumen, arsip, maupun laporan resmi (Sugiyono, 2019). Adapun data sekunder dalam penelitian ini yaitu :

- a. Data Administrasi kewilayahan tingkat kabupaten dan kecamatan
- b. Data batas/ delienasi kawasan perumahan yang menjadi lokasi penelitian
- c. Data kependudukan dan sosial ekonomi dari Badan Pusat Statistik
- d. Dokumen perencanaan pemerintah, seperti RTRW, RPJMD, dan dokumen penataan ruang lainnya

- e. Kajian literatur dari jurnal ilmiah, buku referensi, dan publikasi lainnya yang mendukung teori dan indikator penelitian
- f. Data citra satelit dan peta dasar untuk mendukung analisis spasial permukiman

## **2.5. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data merupakan sebuah tahapan penting dalam penelitian ilmiah dengan menganalisis data-data yang telah dikumpulkan untuk mencapai tujuan penelitian. Menurut Miles dan Huberman (1994) Teknik analisis data adalah proses pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan yang dilakukan secara interaktif dan berlangsung terus-menerus sampai tuntas sehingga datanya jenuh.

### **2.5.1 Tujuan Penelitian Pertama**

Tujuan penelitian pertama yaitu untuk mengetahui kondisi eksisting permukiman dalam hal ini berkaitan juga dengan pengukuran emisi karbon. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif, yaitu dengan memproses data dari hasil kuesioner mengenai aktivitas rumah tangga, seperti penggunaan listrik, bahan bakar, transportasi, pengelolaan limbah, serta kondisi fisik bangunan dan lingkungan. Besarannya emisi karbon dihitung menggunakan pendekatan IPCC Tier 1 dengan cara mengalikan data aktivitas tersebut dengan faktor emisi yang sesuai. Hasil perhitungan kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta distribusi emisi karbon untuk menunjukkan sebaran emisi karbon pada tiga kawasan perumahan permukiman.

### **2.5.2 Tujuan Penelitian Kedua**

Tujuan penelitian yang kedua yaitu Menganalisis faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon di sektor permukiman. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis komparatif dan korelasional, yaitu dengan membandingkan karakteristik sosial ekonomi, kondisi fisik lingkungan, pola aktivitas rumah tangga, serta perilaku lingkungan di ketiga area permukiman. Analisis ini dilakukan agar bisa mengetahui variabel mana yang paling memengaruhi jumlah emisi karbon, sehingga dapat ditemukan faktor utama yang menyebabkan perbedaan emisi antar area permukiman.

### **2.5.3 Tujuan Penelitian Ketiga**

Tujuan penelitian yang ketiga yaitu merumuskan strategi pengembangan permukiman ramah lingkungan berbasis pengurangan emisi karbon dengan menggunakan analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) yang disusun berdasarkan sintesis hasil temuan dari tujuan penelitian pertama dan kedua. Analisis ini dilakukan dengan mengidentifikasi faktor internal berupa kekuatan dan kelemahan serta faktor eksternal berupa peluang dan ancaman yang diperoleh dari observasi lapangan, wawancara, kuesioner, dan data statistik terkait kondisi emisi karbon di kawasan permukiman. Selanjutnya, faktor-faktor tersebut dikombinasikan dalam matriks SWOT untuk menghasilkan alternatif strategi pengembangan yang mengacu pada konsep eco-settlement, dengan mempertimbangkan aspek spasial, teknis, dan perilaku masyarakat dalam menurunkan emisi karbon.

## 2.6. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi mengenai hal tersebut dan kemudian ditarik kesimpulannya. Penentuan variabel penelitian dilakukan berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian, serta landasan teori yang relevan dengan topik penelitian. Pada penelitian ini, variabel disusun untuk menjawab tujuan penelitian yang terkait dengan kondisi eksisting permukiman, faktor penyebab emisi karbon, serta perumusan strategi pengembangan permukiman ramah lingkungan berbasis pengurangan emisi karbon. Variabel penelitian secara rinci dapat dilihat pada Tabel berikut :

**Tabel 4.** Variabel Penelitian

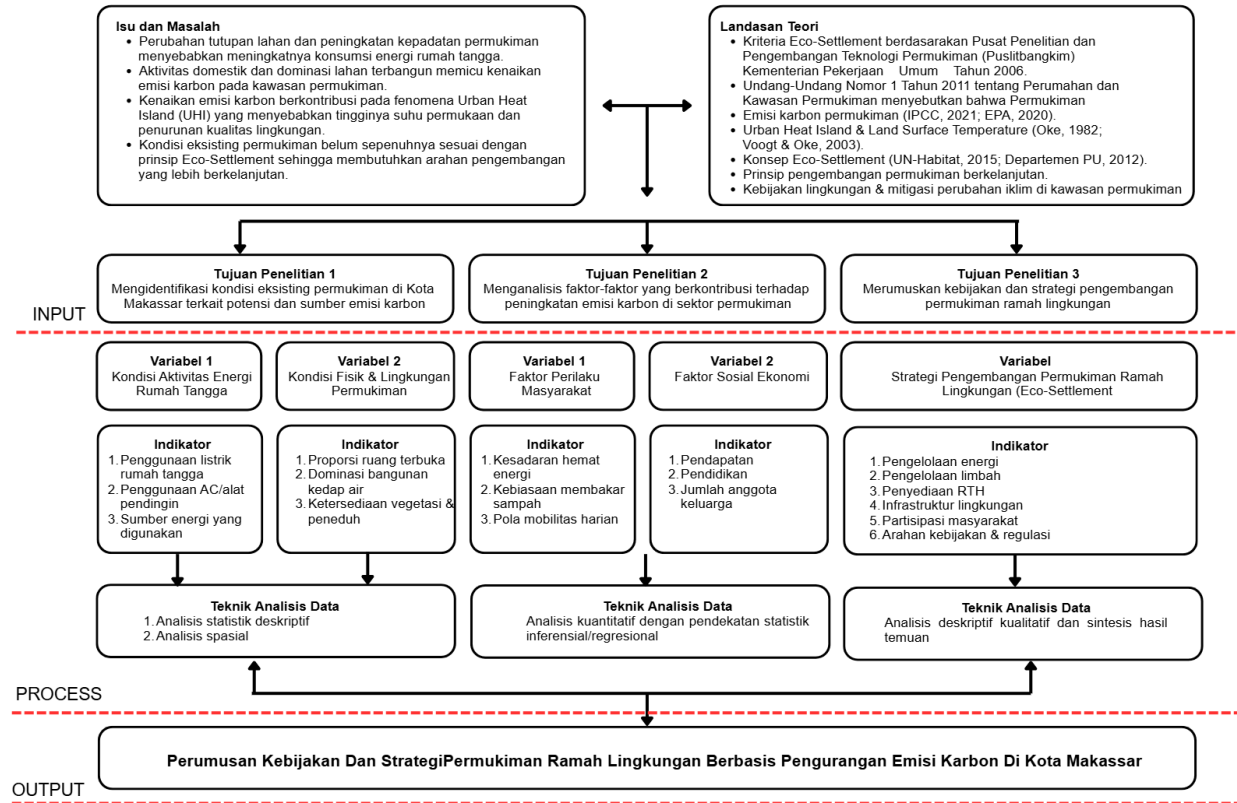
No	Tujuan Penelitian	Variabel	Indikator	Teknik Pengumpulan Data	Teknik Analisis Data	Output
1	Mengidentifikasi kondisi eksisting permukiman dalam kaitannya dengan pengukuran emisi karbon	Kondisi Aktivitas Energi Rumah Tangga	1. Penggunaan listrik rumah tangga 2. Penggunaan AC / alat elektronik 3. Sumber energi yang digunakan	Observasi Kuesioner	Analisis Kuantitatif dengan Pendekatan IPCC Tier 1	Perbandingan Keluaran emisi karbon antar perumahan
		Kondisi Fisik & Lingkungan Permukiman	1. Proporsi ruang terbuka 2. Dominasi bangunan kedap air 3. Ketersediaan vegetasi & peneduh	Observasi Dokumentasi Survei Lapangan		Kondisi eksisting permukiman
2	Menganalisis faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan emisi	Faktor Perilaku Masyarakat	1. Kesadaran hemat energi 2. Kebiasaan membakar sampah 3. Pola mobilitas harian	Wawancara Kuesioner	Analisis Deskriptif Komparatif	Faktor dominan penyebab emisi

	karbon di sektor permukiman					
		Faktor Sosial Ekonomi	1. Pendapatan 2. Pendidikan 3. Jumlah anggota keluarga	Kuesioner		Pengaruh sosial ekonomi terhadap emisi
3	Merumuskan kebijakan dan strategi pengembangan permukiman ramah lingkungan (Eco-Settlement) berbasis pengurangan emisi karbon	Strategi Pengembangan Permukiman Ramah Lingkungan (Eco-Settlement)	1. Pengelolaan energi 2. Pengelolaan limbah 3. Penyediaan RTH 4. Infrastruktur lingkungan 5. Partisipasi masyarakat 6. Arahan kebijakan & regulasi	Studi literatur / Wawancara ahli Dokumentasi	Analisis SWOT	Rekomendasi kebijakan & strategi

## 2.7 Definisi Operasional

1. Kondisi eksisting permukiman diukur berdasarkan aspek aktivitas energi rumah tangga serta kondisi fisik dan lingkungan permukiman yang berpotensi menghasilkan emisi karbon.
2. Kondisi aktivitas energi rumah tangga diukur berdasarkan besaran konsumsi penggunaan listrik, bahan bakar memasak, dan transportasi yang digunakan oleh setiap rumah tangga.
3. Kondisi fisik dan lingkungan permukiman diukur berdasarkan proporsi ruang terbuka, keberadaan vegetasi peneduh, dan ketersediaan ruang hijau di kawasan permukiman.
4. Penggunaan listrik rumah tangga diukur berdasarkan pemakaian daya listrik dan konsumsi bulanan oleh penghuni.
5. Penggunaan AC atau alat pendingin diukur berdasarkan jumlah unit yang digunakan dan durasi pemakaian harian dalam rumah tangga.
6. Sumber energi yang digunakan diukur berdasarkan pemanfaatan energi listrik PLN, gas, atau sumber energi alternatif lainnya.
7. Proporsi ruang terbuka diukur berdasarkan persentase ruang terbuka terhadap total luas lahan permukiman.
8. Ketersediaan vegetasi dan peneduh diukur berdasarkan keberadaan tanaman, pohon peneduh, serta penataan vegetasi pada lingkungan permukiman.
9. Kesadaran hemat energi masyarakat diukur berdasarkan kebiasaan mematikan peralatan listrik yang tidak digunakan, memanfaatkan cahaya alami, dan penggunaan peralatan berlabel hemat energi.
10. Kebiasaan pengelolaan sampah dan perilaku membakar sampah diukur berdasarkan praktik pemilahan sampah, pembuangan sampah, serta frekuensi pembakaran sampah oleh masyarakat.
11. Pola mobilitas masyarakat diukur berdasarkan penggunaan moda transportasi harian, jarak tempuh, dan frekuensi perjalanan.
12. Strategi pengembangan permukiman ramah lingkungan diukur berdasarkan indikator pengelolaan energi, pengelolaan limbah, penyediaan ruang terbuka hijau, infrastruktur lingkungan, partisipasi masyarakat, serta dukungan kebijakan dan regulasi.
13. Pengelolaan energi diukur berdasarkan penggunaan energi terbarukan, sistem efisiensi energi, dan edukasi penghematan energi.
14. Pengelolaan limbah diukur berdasarkan sistem pengelolaan sampah dan limbah rumah tangga, termasuk pemilahan, pengolahan, dan pemanfaatan kembali.
15. Penyediaan ruang terbuka hijau diukur berdasarkan proporsi RTH publik maupun privat di lingkungan permukiman.
16. Partisipasi masyarakat diukur berdasarkan keterlibatan warga dalam kegiatan lingkungan dan program pemberdayaan.
17. Arahan kebijakan dan regulasi diukur berdasarkan dokumen perencanaan, keputusan, dan program pemerintah terkait permukiman berkelanjutan dan pengurangan emisi karbon

## 2.8. Kerangka Penelitian



Gambar 5. Kerangka Penelitian  
Sumber: Penulis, 2025