

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pemanasan global telah menjadi isu global yang mendapat perhatian luas karena dampaknya yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan masyarakat, baik lokal maupun internasional (Cao et al., 2021). Berdasarkan data konsumsi energi global, sektor bangunan menyumbang sekitar 40% dari total konsumsi energi dunia, sementara sisanya didistribusikan antara sektor industri dan transportasi. Permintaan energi dari sektor konstruksi diperkirakan akan terus meningkat dalam beberapa dekade mendatang (Iqbal et al., 2023).

Konsumsi energi pada bangunan merupakan aspek krusial dalam perancangan dan operasional bangunan yang berpengaruh terhadap efisiensi energi secara keseluruhan. Energi ini digunakan untuk berbagai keperluan seperti pemanasan, pencahayaan, pengukuran, serta sistem pendingin udara. Pada bangunan berskala besar, sistem pendingin dapat menyumbang konsumsi energi yang sangat tinggi. Oleh karena itu, perencanaan dan desain bangunan yang efektif, disertai penerapan teknologi hemat energi, sangat penting dalam menurunkan konsumsi energi.

Perubahan iklim global telah memicu peningkatan suhu udara yang berdampak langsung terhadap kebutuhan pendinginan bangunan, khususnya di kawasan tropis seperti Indonesia (Nanda & Panigrahi, 2016). Studi IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (2014) menyoroti kontribusi sektor bangunan terhadap emisi gas rumah kaca, yang memperkuat urgensi pengembangan strategi desain adaptif dan efisien energi. Hubungan antara penggunaan AC dan konsumsi energi bangunan sangat signifikan, khususnya pada bangunan perkantoran (Saleh et al., 2022).

Beberapa studi global menyoroti tren serupa. Al-Hadhrami (2013) menunjukkan peningkatan suhu signifikan di Arab Saudi; Ramon et al. (2020) memproyeksikan penurunan kebutuhan pemanasan namun peningkatan beban pendinginan di Belgia;

Ukey dan Rai (2021) memperkirakan lonjakan permintaan AC di India. Di sisi lain, Mutschler et al. (2021) dan Hosseini et al. (2022) menekankan pentingnya desain pasif dan adaptasi sistem pendingin di Swiss, sedangkan Escandón et al. (2023) menyoroti peran faktor sosial-ekonomi dalam strategi adaptif di Spanyol. Bevacqua et al. (2021) menambahkan bahwa perubahan iklim juga meningkatkan kejadian hujan ekstrem yang berdampak pada desain bangunan.

Salah satu pendekatan penting dalam memahami kebutuhan energi pendinginan adalah melalui *Cooling Degree Days* (CDD), yaitu indikator yang mengukur akumulasi panas harian di atas suhu dasar kenyamanan termal, umumnya 18°C (atau 65°F) (Miranda et al., 2023). Semakin tinggi nilai CDD, semakin besar potensi beban energi untuk sistem pendingin. Metode CDD juga umum digunakan sebagai proksi perubahan iklim (Hassan, 2019).

Peningkatan kebutuhan energi, terutama untuk sistem pendingin, menjadi salah satu faktor utama penyebab pemanasan global. Dalam hal ini, penting untuk memahami besarnya energi yang dibutuhkan untuk mendinginkan bangunan, terutama di musim panas. Indikator yang biasanya digunakan untuk mengukur kebutuhan penelitian pendinginan dan pendingin ialah (CDD). CDD pertama kali diperkenalkan oleh Letjen. Sir Richard Strachey pada tahun 1878 Hidayat (2014) dan merupakan metode yang digunakan untuk mendekripsi perubahan iklim melalui analisis suhu udara luar.

Beberapa penelitian di wilayah tropis dan subtropis telah menerapkan CDD sebagai parameter penting dalam desain bangunan hemat energi. Misalnya, penelitian di Malaysia oleh Kubota et al., (2009) menunjukkan bahwa perubahan iklim telah menyebabkan peningkatan CDD yang signifikan, memengaruhi kinerja bangunan terhadap panas. Sementara itu, di Indonesia, studi oleh Hidayat (2014) dan Perdana et al. (2023) menekankan pentingnya pemanfaatan ventilasi alami dan adaptasi desain berbasis data CDD dalam menghadapi peningkatan suhu dan kebutuhan pendinginan. Dari jumlah tersebut, AC menyumbang sekitar 70% dari total konsumsi listrik. Efisiensi energi suatu bangunan sangat dipengaruhi oleh bagaimana desain bangunan

tersebut mampu beradaptasi dengan kondisi iklim dan lingkungan setempat (Zhu et al., 2009).

CDD memiliki keterkaitan erat dengan prinsip desain pasif. Strategi seperti ventilasi malam, orientasi bangunan, dan penggunaan material reflektif terbukti efektif dalam mengurangi beban termal (Lam et al., 2006; Joseph et al., n.d.; Mahmoud, 2011; Mourshed, 2012). Givoni (1992, 2011) menemukan bahwa strategi Pendinginan Pasif Selektif (PCS) dapat menurunkan suhu ruang hingga 2,2°C dan menghemat 31% energi. Sakiyama et al. (2020) dan Hiyama (2021) mendukung penggunaan ventilasi alami dan klasifikasi zona iklim mikro berbasis ventilasi. Prades-Gil et al. (2023) mengembangkan model prediksi energi berbasis geometri bangunan.

Sejumlah penelitian juga membahas strategi desain bangunan pasif yang mempertimbangkan kondisi iklim. Givoni (1992) menyatakan bahwa kelembapan memiliki peran besar dalam konsumsi energi di daerah tropis, seperti Indonesia. Dalam penelitian lanjutannya, Givoni (2011) menemukan bahwa penerapan strategi Pendinginan Pasif Selektif (PCS) dapat mengurangi suhu ruang dalam hingga 2,2°C dan menghemat energi sebesar 31%. Kubota et al. (2009) meneliti efektivitas pengukuran malam hari di Malaysia dan menyarankan penggunaan kipas bantu untuk meningkatkan kinerja pengukuran alami. Penelitian oleh Sakiyama et al, (2020) juga mendukung hal ini dengan menunjukkan bahwa penggunaan ventilasi alami secara optimal dapat meningkatkan kenyamanan termal dan mengurangi konsumsi energi. Hiyama (2021) menyusun klasifikasi zona iklim berdasarkan ventilasi alami terencana (ENVI) di Jepang, yang dapat dijadikan referensi dalam optimalisasi desain bangunan perumahan. Sementara itu, Prades-Gil et al. (2023) mengembangkan model adaptif berbasis karakteristik geometris dan standar bangunan di kawasan Mediterania untuk memprediksi kebutuhan energi secara lebih akurat.

Zonasi iklim memainkan peran penting dalam desain bangunan tropis, Singh et al. (2007), Walsh et al. (2017) dan Abebe & Assefa (2022) menunjukkan bahwa klasifikasi mikro-iklim dapat memperkuat kebijakan perencanaan kota dan bangunan. Di Indonesia, zona iklim terpadu yang mencakup wilayah seperti Lhokseumawe, Kerinci,

Semarang, Surabaya, Sumbawa, Balikpapan, Ternate, dan Bima menyediakan kerangka penting untuk pendekatan spasial dalam desain.

Penelitian ini menggunakan data harian dari BMKG (2020–2024), termasuk suhu udara, kelembapan, dan kecepatan angin, dikonversi ke zona waktu lokal (WIB, WITA, WIT). Delapan kota dipilih mewakili keragaman iklim tropis Indonesia. Pendekatan ini diperkuat melalui simulasi energi bangunan satu zona menggunakan perangkat lunak DALEC (*Design and Assessment of Low Energy Cooling*), yang memodelkan konsumsi energi berdasarkan parameter iklim aktual dan nilai CDD.

Untuk menganalisis kebutuhan energi pendinginan secara lebih realistik, penelitian ini juga mengintegrasikan simulasi energi bangunan menggunakan perangkat lunak DALEC. DALEC dipilih karena mampu memproses data iklim harian dengan efisien dan telah terbukti cocok digunakan untuk studi desain bangunan berenergi rendah di iklim tropis (Prades-Gil et al., 2023). Selain itu, DALEC memberikan keseimbangan antara kesederhanaan input data dan akurasi estimasi energi, menjadikannya alat yang praktis untuk tahap awal desain berbasis indikator iklim seperti *Cooling Degree Days* (Veanti et al., 2022).

Sebagai negara kepulauan di ekuator, Indonesia menghadapi tantangan termal yang tinggi dan terus meningkat akibat perubahan iklim (Scoccimarro et al., 2023) Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memberikan kontribusi terhadap pemahaman hubungan antara CDD dan konsumsi energi pendinginan, serta mendukung strategi desain bangunan tropis yang adaptif dan efisien energi berbasis data.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan manfaat dari perkiraan sistem pendingin dan optimasi konsumsi energi. Oleh karena itu, penting untuk menilai jumlah konsumsi energi yang dihasilkan oleh delapan (8) zona iklim Indonesia. Berikut ini adalah rumusan dari masalah dalam penelitian ini, bagaimana nilai *Cooling Degree Days* (CDD) memengaruhi kebutuhan energi pendinginan bangunan di delapan kota mewakili zona iklim tropis Indonesia?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang harus dicapai pada penelitian *Cooling Degree Days*: Terhadap Konsumsi Energi Pendinginan di Berbagai Zona Iklim Indonesia ini antara lain:

1. Menghitung nilai *Cooling Degree Days* (CDD) berdasarkan data suhu harian di delapan kota Indonesia dengan tiga skenario suhu dasar (18°C, 24°C, dan 26°C).
2. Menganalisis hubungan antara nilai CDD dan kebutuhan energi pendinginan melalui simulasi energi bangunan menggunakan perangkat lunak DALEC.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini diharapkan agar dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Memberikan dasar prediktif dalam perencanaan sistem pendingin bangunan di wilayah tropis.
2. Mendorong penerapan strategi desain pasif berdasarkan pola termal lokal.
3. Menyediakan data dan metode berbasis iklim yang dapat mendukung kebijakan efisiensi energi di sektor bangunan tropis Indonesia.

### **1.5 Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian**

Berikut adalah batasan dan ruang lingkup pada penelitian ini:

1. Penelitian hanya mencakup delapan kota di Indonesia yang dipilih berdasarkan klasifikasi zona iklim terpadu.
2. Data iklim yang digunakan terbatas pada parameter suhu dan kelembapan relatif periode 2020–2024.
3. Simulasi energi dilakukan pada model bangunan perkantoran satu zona menggunakan perangkat lunak DALEC.

## **1.6 Sistematika Pembahasan**

Sistematika pembahasan dalam penelitian yang berjudul *Cooling Degree Days* Sebagai Indikator Konsumsi Energi Pendinginan di Zona Iklim Tropis Indonesia adalah sebagai berikut:

### **BAB I: Pendahuluan**

Bab pertama menjelaskan latar belakang penelitian dan kemudian mengembangkan masalah yang dapat mencapai tujuan, ruang lingkup, dan manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari penelitian ini.

### **BAB II: Tinjauan Pustaka**

Bab kedua emeriksa dan menjelaskan teori temuan penelitian, meliputi hasil penelitian dan diskusi tentang *Cooling Degree Days* pada suatu bangunan atau wilayah yang dijadikan referensi dan pedoman dalam penelitian.

### **BAB III: Metode penelitian**

Bab ketiga meliputi deskripsi objek dan lokasi penelitian. Selanjutnya, ada detail tentang metode dan jenis penelitian, seperti: penentuan variabel, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, dan alur penelitian.

### **BAB IV:Hasil dan Pembahasan**

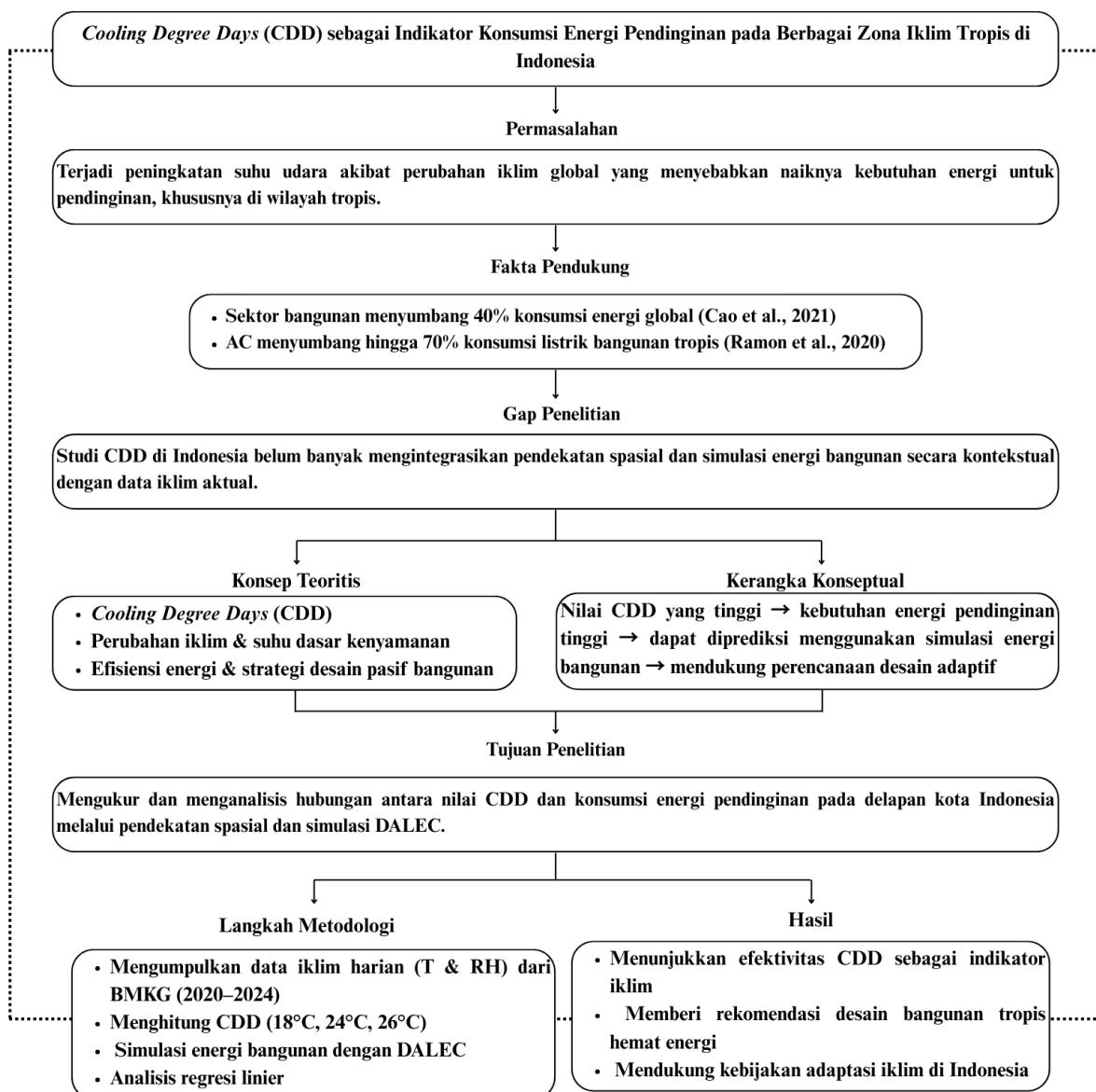
Bab keempat berisi penelitian dan diskusi meliputi *Cooling Degree Days*: Sebagai Indikator Konsumsi Energi Pendinginan di Zona Iklim Tropis Indonesia berdasarkan metode yang ditentukan dan variabel penelitian.

### **BAB V: Kesimpulan**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil *Cooling Degree Days*: Sebagai Indikator Konsumsi Energi Pendinginan di Zona Iklim Tropis Indonesia.

## 1.7 Kerangka Berpikir

Adapun bagan kerangka alur berpikir pada penelitian ini ialah sebagai berikut:



Gambar 1.1 Bagan Kerangka Alur Berpikir (Analisa Penulis, 2025)