

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim menjadi suatu tantangan global yang mendesak berbagai negara agar ikut mengambil langkah untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Sektor bangunan dan konstruksi sendiri merupakan salah satu sektor yang memiliki kontribusi yang besar dalam emisi karbon karena tingginya konsumsi energi pada tahap konstruksi ataupun operasional pada bangunan. Dari *Global Status Report for Buildings and Construction*, sektor bangunan konstruksi berkontribusi sebesar 37% emisi karbon global, yang terdiri dari emisi dari material selama proses konstruksi dan emisi operasional (*United Nations Environmental Programme* [UNEP], 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa upaya dekarbonisasi industri bangunan dan konstruksi menjadi suatu strategi yang penting dalam mencapai target pengendalian perubahan iklim.

Sejalan dengan komitmen global, Pemerintah Indonesia juga memiliki target pencapaian *Net Zero Emission* (NZE) pada tahun 2060 atau lebih cepat (Kementerian ESDM, 2021). Guna mendukung target tersebut, sektor bangunan dan konstruksi dituntut tidak hanya untuk meningkatkan efisiensi energi operasional, namun juga mengurangi emisi karbon yang dihasilkan sepanjang siklus hidup bangunan (*whole life carbon*). Salah satu strategi yang dapat diterapkan untuk mengurangi emisi karbon pada sektor bangunan dan konstruksi adalah dengan substitusi material konstruksi dengan material yang memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah. Material bangunan tidak hanya berkontribusi terhadap *embodied carbon* melalui proses ekstraksi bahan baku, manufaktur, dan transportasi, namun juga dapat memengaruhi kinerja termal selubung bangunan yang memiliki dampak pada konsumsi energi operasional. Oleh sebab itu, pemilihan material bangunan merupakan suatu aspek penting karena berpotensi menurunkan emisi karbon sepanjang siklus

hidup bangunan tanpa mengubah fungsi maupun sistem bangunan secara keseluruhan (*World Green Building Council [WGBC]*, 2019).

Perkembangan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) 6D memberikan peluang untuk mengevaluasi kinerja dari bangunan dengan lebih komperhensif sedari tahap perancangan bangunan. BIM 6D memungkinkan integrasi model dari bangunan dengan analisis energi, emisi karbon, serta *Life Cycle Assessment* (LCA) sehingga berbagai alternatif desain dan material dapat dibandingkan sebelum proses konstruksi dilaksanakan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi BIM dengan analisa energi dan karbon dapat meningkatkan kualitas dari pengambilang keputusan dalam mewujudkan bangunan yang lebih berkelanjutan (Tushar et al., 2021).

Di sisi lain, Bali mempunyai berbagai macam material lokal yang masih digunakan untuk pembangunan seperti bambu tali, batu paras Kerobokan, dan kayu keruing. Ketiga material tersebut mewakili material lokal yang mempunyai fungsi setara dengan material konvensional pada elemen bangunan yang akan dibandingkan, yaitu *railing*, pelapis dinding, serta plafon. Ketiga material tersebut dipilih dalam penelitian ini karena masih banyak digunakan pada bangunan di Bali, mudah diperoleh secara lokal, serta berpotensi mengurangi emisi karbon akibat transportasi material. Selain itu, material tersebut dipilih karena tersedia data karakteristik termal serta faktor karbonnya pada *Inventory of Carbon and Energy Database Version 3.0* serta sumber ilmiah lainnya yang relevan, sehingga memungkinkan dilakukan analisis komparatif dengan *Autodesk Forma carbon Insights*. Dengan begitu, pemilihan material tidak hanya mempertimbangkan aspek lokalitas material, namun juga kesesuaian fungsi dan ketersediaan data yang diperlukan dalam simulasi kinerja energi dan emisi karbon.

Meskipun penelitian mengenai BIM, simulasi energi, serta analisis emisi karbon telah berkembang pesat, sebagian besar penelitian ini masih berfokus kepada salah satu aspek, seperti konsumsi energi atau *embodied carbon* dengan

terpisah. Penelitian yang secara khusus membandingkan pengaruh dari penggunaan material lokal Bali terhadap kinerja energi dan emisi karbon menggunakan pendekatan BIM 6D pada bangunan hotel masih amat terbatas (Lu et al., 2017). Dengan adanya kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan penggunaan material lokal Bali dan material konvensional pada bangunan Hotel Matahati menggunakan pendekatan BIM 6D melalui *Autodesk Revit* dan *Autodesk Forma Carbon Insights*. Analisis dilakukan terhadap *Annual Energy Use Intensity* (EUI), *embodied carbon*, dan *operational carbon*, kemudian dievaluasi berdasarkan prinsip *Net Zero Carbon Building* (WGBC, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dalam upaya untuk menerapkan konsep *Net Zero Carbon* pada bangunan Hotel Matahati, maka perumusan masalah berupa pertanyaan penelitian akan dibahas pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan kinerja energi dan emisi karbon bangunan Hotel Matahati antara penggunaan material lokal Bali dengan material konvensional berdasarkan simulasi BIM 6D dengan *Autodesk Forma Carbon Insights*?
2. Seberapa besar pengaruh penggunaan material lokal Bali terhadap perubahan nilai *Annual Energy Use Intensity* (EUI) pada bangunan hotel?
3. Bagaimana perbedaan nilai reduksi emisi karbon *embodied* dan *operational* antara penggunaan material lokal Bali dengan material konvensional pada bangunan Hotel Matahati?
4. Apakah Hotel Matahati dapat mencapai target dari *Net Zero Carbon* dengan strategi material lokal Bali?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari penggunaan material lokal Bali terhadap kinerja energi serta emisi karbon pada bangunan Hotel Matahati dengan menggunakan pendekatan perangkat lunak BIM 6D seperti *Autodesk Revit* dan *Autodesk Forma Carbon Insights*. Secara spesifik, berikut merupakan tujuan dari penelitian ini:

1. Membandingkan perbedaan dari kinerja energi dan emisi karbon pada Hotel Matahati antara penggunaan material lokal Bali dengan material konvensional berdasarkan simulasi BIM 6D menggunakan *Autodesk Forma Carbon Insights*.
2. Menganalisis pengaruh dari penggunaan material lokal Bali terhadap perubahan nilai *Annual Energy Use Intensity* (EUI) pada bangunan Hotel Matahati.
3. Membandingkan nilai dari *embodied carbon* dan *operational carbon* yang ada pada bangunan Hotel Matahati dari penggunaan material lokal Bali dan material konvensional.
4. Mengevaluasi potensi pencapaian dari *Net Zero Carbon Building* pada bangunan Hotel Matahati berdasarkan dari hasil simulasi kinerja energi, pengurangan emisi karbon, serta penerapan strategi efisiensi energi dengan penggunaan material lokal Bali berbasis BIM 6D.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini ialah:

1. Manfaat bagi akademisi, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian tentang penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 6D dalam evaluasi kinerja energi dan emisi karbon pada bangunan dan

- menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan bangunan rendah karbon, material lokal, dan *Net Zero Carbon Building*.
2. Manfaat bagi praktisi, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi praktisi di sektor konstruksi dalam memilih material bangunan berdasarkan pertimbangan kinerja energi serta emisi karbon. Selain itu, hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi penerapan BIM 6D dengan *software Autodesk Revit* dan *Autodesk Forma Carbon Insights* pada proses perancangan bangunan.
 3. Manfaat bagi *stakeholders*, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi pemerintah dalam mendukung kebijakan bangunan rendah karbon dan menjadi referensi bagi pengembang, konsultan, ataupun pemilik bangunan dalam menerapkan material lokal Bali untuk mendukung target *Net Zero Emmission* tahun 2060.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yang digunakan dalam riset ini meliputi:

1. Objek penelitian adalah bangunan Hotel Matahati di Desa Taro, Kecamatan Tegallalang, Kabupaten Gianyar, Bali. Hotel ini memiliki luas bangunan 2.867 m² dengan jumlah lantai sebanyak 5 lantai.
2. Penelitian dilakukan dengan pendekatan analisis kinerja energi serta emisi karbon berbasis *Building Information Modeling* (BIM) 6D.
3. Permodelan bangunan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Revit* berdasarkan data *as-build drawing*, dimensi dari bangunan, dan spesifikasi material dari bangunan eksisting.
4. Simulasi energi bangunan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Forma Carbon Insights* yang terintegrasi dengan *Autodesk Revit*.
5. Analisa energi difokuskan pada parameter:
 - a. *Annual Energy Use Intensity* (EUI)

- b. Emisi *embodied carbon*
 - c. Emisi *operational carbon*
6. Variasi penelitian ini dilakukan dengan membandingkan dua jenis material bangunan, yaitu material lokal Bali (bambu tali, batu paras Kerobokan, dan kayu keruing) dan material konvensional (kayu *railing* konvensional, batu Palimanan, plafon gypsum) yang umumnya digunakan pada bangunan hotel.
 7. Analisis emisi karbon dalam penelitian ini mencakup *embodied carbon* dari material bangunan dan *operational carbon* yang berasal dari konsumsi energi bangunan selama bangunan beroperasi.
 8. Analisis emisi karbon dalam penelitian ini hanya mencakup *scope 1* dan *scope 2*, yaitu emisi langsung dan tidak langsung dari penggunaan energi operasional bangunan dan emisi dari penggunaan material konstruksi.
 9. Simulasi energi juga menggunakan data iklim wilayah Kecamatan Tegallalang, Kabupaten Gianyar, Bali berdasarkan data cuaca tahunan yang disesuaikan dengan kondisi dari lingkungan setempat.
 10. Sistem mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP) pada bangunan diasumsikan tetap dan tidak mengalami perubahan selain dari skenario material yang akan dianalisis.
 11. Analisis *Net Zero Carbon Building* dalam penelitian ini dibatasi dengan kajian potensi pencapaian dari konsep *Net Zero Carbon Building* dengan cara mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon bangunan, dan tidak mencakup verifikasi operasional bangunan Hotel Matahati secara *real-time*.
 12. Penelitian ini tidak membahas aspek biaya, analisa struktur, ataupun analisis dari kenyamanan termal penggunaan bangunan secara detail.
 13. Hasil dari penelitian difokuskan pada studi komparatif dan simulatif sehingga analisis dapat berbeda dengan kondisi aktual dari operasional bangunan Hotel Matahati di lapangan.

1.6 Variabel Penelitian

Variabel penelitian digunakan agar dapat mengetahui hubungan antara penggunaan material bangunan terhadap kinerja energi dan emisi karbon pada bangunan Hotel Matahati dengan pendekatan berbasis BIM 6D dengan perangkat lunak *Autodesk Revit* dan *Autodesk Forma Carbon Insights*. Variabel penelitian pada penelitian ini terdiri dari 3 variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Berikut adalah variabel dari penelitian ini:

1. Variabel Bebas pada penelitian ini adalah jenis material dari bangunan yang akan digunakan, yaitu material lokal Bali dan juga material konvensional yang umum digunakan pada bangunan hotel.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini meliputi *Annual Energy Use Intensity* (EUI), *embodied carbon*, dan *operational carbon* dari bangunan Hotel Matahati.
3. Variabel Kontrol dalam penelitian ini yaitu fungsi bangunan, lokasi penelitian, jumlah lantai pada bangunan, serta kondisi iklim lokasi bangunan.