

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis komparatif yang telah dilakukan terhadap bangunan Hotel Matahati dengan pendekatan *Building Information Modeling* (BIM) 6D menggunakan *Autodesk Revit* dan *Autodesk Forma Carbon Insights*, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil simulasi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kinerja energi antara model bangunan dengan material konvensional dan model bangunan dengan material lokal Bali. Model dengan material konvensional menghasilkan nilai *Annual Energy Use Intensity* (EUI) sebesar 451,99 kWh/m²/tahun, sedangkan model dengan material lokal Bali menghasilkan *Annual EUI* sebesar 469,53 kWh/m²/tahun, atau meningkat sebesar 3,88%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan material lokal Bali pada penelitian ini belum mampu meningkatkan efisiensi energi operasional bangunan, hal ini disebabkan oleh karakteristik termal dari bambu tali dan batu paras Kerobokan yang memiliki nilai konduktivitas termal lebih tinggi dibandingkan material konvensional yang digantikan.
2. Penggunaan material lokal Bali memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai reduksi emisi karbon *embodied* dan *operational*. Nilai *embodied carbon* mengalami penurunan dari 115.553,99 kgCO₂e menjadi 90.953,83 kgCO₂e, atau berkurang sebesar 21,29%, sedangkan nilai *operational carbon* justru meningkat dari 77.280,11 kgCO₂e menjadi 79.977,33 kgCO₂e, atau naik sebesar 3,49%. Hal ini menunjukkan bahwa material lokal Bali lebih berpengaruh dalam menurunkan emisi karbon pada tahap produksi material dibandingkan pada tahap operasional bangunan.
3. Penggunaan material lokal Bali tidak menurunkan nilai *Annual EUI*, namun tetap memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap penurunan

total emisi karbon bangunan. *Total carbon* bangunan menurun dari 192.834,10 kgCO₂e menjadi 170.931,16 kgCO₂e, atau berkurang sebesar 21.902,94 kgCO₂e (11,26%). Penurunan ini didominasi oleh besarnya reduksi *embodied carbon* yang lebih signifikan dibandingkan dengan peningkatan *operational carbon* yang terjadi, sehingga secara keseluruhan penggunaan material lokal Bali tetap memberikan dampak positif terhadap penurunan total emisi karbon bangunan.

4. Bangunan Hotel Matahati belum dapat sepenuhnya mencapai target *Net Zero Carbon* hanya dengan strategi substitusi material lokal Bali. Berdasarkan evaluasi terhadap prinsip *Net Zero Carbon Building* (NZCB) dari *World Green Building Council* (WGBC), strategi material lokal Bali telah berhasil mendukung pengurangan *embodied carbon* (turun 21,29%) dan penurunan total emisi karbon (turun 11,26%), namun belum berhasil pada aspek pengurangan kebutuhan energi (*Annual EUI* naik 3,88%) dan pengurangan *operational carbon* (naik 3,49%). Dengan demikian, penggunaan material lokal Bali berpotensi mendukung pencapaian *Net Zero Carbon Building*, tetapi perlu dikombinasikan dengan strategi efisiensi energi lain agar target tersebut dapat tercapai secara optimal.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan BIM 6D dengan *Autodesk Revit* dan *Autodesk Forma Carbon Insights* dapat digunakan secara efektif untuk melakukan analisis komparatif kinerja energi dan emisi karbon pada bangunan hotel, serta menunjukkan bahwa evaluasi bangunan rendah karbon perlu mempertimbangkan seluruh komponen *whole life carbon*, tidak hanya berfokus pada satu indikator saja.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diuraikan, berikut merupakan beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun bagi pihak terkait dengan pembangunan Hotel Matahati:

1. Bagi pengelola atau pihak pembangunan Hotel Matahati, apabila material lokal Bali seperti bambu tali, batu paras Kerobokan, dan *lumber ceiling* kayu keruing tetap ingin digunakan, disarankan untuk mengombinasikannya dengan strategi efisiensi energi lain, seperti optimalisasi desain selubung bangunan, peningkatan performa sistem HVAC, pemanfaatan pencahayaan alami, ataupun penambahan lapisan insulasi termal, agar peningkatan *Annual EUI* dan *operational carbon* yang terjadi dapat diminimalkan.
2. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan *database embodied carbon* material lokal Indonesia, khususnya material khas Bali, agar analisis emisi karbon material lokal tidak lagi bergantung pada basis data internasional seperti *Inventory of Carbon and Energy (ICE Database)* yang belum merepresentasikan karakteristik material lokal Indonesia secara akurat.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan analisis emisi karbon hingga mencakup *scope 3 (supply chain material)*, aspek biaya (*life cycle cost*), serta analisis kenyamanan termal secara lebih mendalam, mengingat penelitian ini masih dibatasi pada *scope 1* dan *scope 2* serta belum membahas ketiga aspek tersebut.
4. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk mengkaji kombinasi antara penggunaan material lokal Bali dengan pemanfaatan energi terbarukan, seperti panel surya, guna mengevaluasi potensi pencapaian *Net Zero Carbon Building* secara lebih optimal pada bangunan hotel di wilayah tropis.

5. Bagi akademisi maupun peneliti lain, disarankan untuk melakukan penelitian serupa pada jenis bangunan komersial lainnya di Indonesia dengan variasi material lokal dari daerah yang berbeda, sehingga dapat memperkaya referensi terkait dengan penerapan BIM 6D dan strategi material rendah karbon pada konteks bangunan tropis di Indonesia.

