

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penerapan Industri 4.0 pada sektor konstruksi atau Konstruksi 4.0 diharapkan dapat mendukung perusahaan terkait dalam meningkatkan produktivitas, mengurangi keterlambatan, menghemat biaya, mengelola kompleksitas, meningkatkan keamanan, kualitas dan efisiensi sumber daya (Utomo & Pandarangga, 2021). Menurut laporan *The Boston Consulting Group*, penggunaan digitalisasi secara penuh dilakukan pada pekerjaan konstruksi non perumahan selama 10 tahun terakhir di berbagai negara di dunia. *The Boston Consulting Group*, menyatakan bahwa penggunaan digitalisasi secara rutin telah menekan biaya dari 13% hingga 21% pada fase *engineering* dan konstruksi serta dari 10% hingga 17% pada fase operasional (Gerbert et al., 2016). Berger, (2016), menyatakan bahwa bahwa 93% *stakeholder* setuju jika digitalisasi membawa pengaruh pada setiap proses, namun kurang dari 6% perusahaan konstruksi menggunakan secara penuh proses digital pada proses perencanaan.

Menurut Utomo & Pandarangga, (2021) pada prinsipnya konstruksi 4.0 ini adalah konsep yang mengacu pada penggunaan teknologi dan prinsip – prinsip industri 4.0 yang mencakup penggunaan teknologi digital, otomatisasi dan data untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas dan kualitas konstruksi. Proses digitalisasi yang akan terjadi pada industri konstruksi secara otomatis akan membawa sektor ini pada tahap yang lebih tinggi dari sebelumnya. Dalam beberapa tahun ini proses digitalisasi yang mulai familiar digunakan pada sektor konstruksi yaitu penerapan *Building information modeling* (BIM). Proses digitalisasi ini sebagai sistem pemodelan informasi bangunan yang dapat menghubungkan sistem bangunan secara virtual dan aktual (Utomo & Pandarangga, 2021).

Sektor konstruksi merupakan salah satu sektor yang memiliki kontribusi penting untuk menciptakan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*). Peran sektor konstruksi dalam pembangunan fasilitas infrastruktur tidak hanya berkualitas tinggi namun berdampak pada keamanan dan kesehatan lingkungan serta

meningkatkan ekonomi dan kesejahteraan sosial. *Sustainable Development* atau pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (Brundtland, 1987). Di Indonesia pembangunan infrastruktur berbasis konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*) telah menjadi salah satu perhatian Pemerintah, guna menciptakan infrastruktur yang tidak hanya berkualitas tinggi namun berdampak pada keamanan dan kesehatan lingkungan serta pada peningkatan ekonomi dan kesejahteraan sosial. Hal ini berkaitan dengan peran konstruksi dalam mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan (Debby-Willar & Trigunarsyah, 2021). Pemerintah juga berpandangan bahwa sektor konstruksi telah menjadi salah satu indikator utama pertumbuhan ekonomi nasional, oleh karenanya tidak dapat dihindari konstruksi berkelanjutan mendesak untuk diterapkan. Pemerintah telah mengatur implementasi konstruksi berkelanjutan pada penyelenggaraan infrastruktur bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2015 tentang Pedoman Umum Pelaksanaan Konstruksi Berkelanjutan dalam Pelaksanaan Proyek Infrastruktur, arah pelaksanaan konstruksi berkelanjutan (*Sustainable Construction*) yang menciptakan infrastruktur berkelanjutan pada akhirnya akan berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan.

Menurut Du Plessis, (2002) penerapan *Sustainable Development* dalam tahap konstruksi adalah *Green Construction* yang merupakan proses holistik yang bertujuan untuk mengembalikan dan menjaga keseimbangan antara lingkungan alami dan buatan. *Green construction* didefinisikan “suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi hijau untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan konstruksi agar tercipta keseimbangan antara daya dukung lingkungan konstruksi dengan kebutuhan proses atau kegiatan konstruksi di masa mendatang (Ervianto, 2011). Penekanan konstruksi hijau pada tahap perencanaan adalah meliputi desain sistem dan pemakaian material yang ramah lingkungan, maka pada tahap konstruksi *green construction* menuntut sebuah proses konstruksi yang peduli pada lingkungan hidup dan memberikan nilai tambah pada lingkungan di sekitar pelaksanaan proses konstruksi tersebut. Guna mencapai konsep keberlanjutan

dalam sektor konstruksi, konsep *green building* menjadi sebuah konsep untuk hidup berkelanjutan dan bisa membangun harapan untuk masa yang akan datang. Oleh karena itu, kesadaran masyarakat Indonesia harus ditingkatkan untuk mengetahui pentingnya membuat bangunan dengan konsep *Green Construction* (Imran, 2018).

Mengutip hasil kuliah tamu yang diadakan oleh Keluarga Mahasiswa Departemen Teknik Sipil (KMDTS), Sekolah Vokasi, UGM tahun 2021. Hal yang menjadi permasalahan atau tantangan dalam penerapan *green building* pada konstruksi 4.0 dipengaruhi dalam beberapa tahap dalam *project life cycle*. Mulai pada tahap perencanaan yaitu diperlukannya kompetensi perencana di bidang *green building* yang dukung dengan *software*, pada tahap konstruksi yang menjadi tantangan yaitu diperlukannya kompetensi tim proyek yang paham terhadap konsep *green building* untuk diterapkan selama masa konstruksi berlangsung berdasarkan panduan *green construction* yang dimiliki, kemudian pada tahap operasional perlunya pembuktian efisiensi biaya operasional dan ramah lingkungan.

Dalam konteks *sustainable construction*, penelitian ini akan meneliti tentang kandungan energi dan karbon pada material proyek konstruksi. Energi dalam pekerjaan konstruksi terbagi dua yaitu *embodied energy* (kandungan energi) dan *operational energy* (energi yang digunakan selama masa umur bangunan). *Embodied energy* mulai terjadi mulia pada tahap produksi (*manufacturing*) khususnya material, tahap konstruksi dan tahap pembongkaran bangunan. *Operational energy* terjadi pada tahap bangunan digunakan serta saat kegiatan renovasi atau perbaikan bangunan (Ramesh et al., 2010). Menurut Uda, (2021) Penggunaan bahan bangunan yang banyak digunakan seperti kaca, beton, kayu, aspal, baja dan jenis logam lainnya ditenggarai dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap pemanasan global dan perubahan iklim di seluruh dunia. Pemilihan material yang rendah konsumsi energi dan perencanaan bangunan dengan mengutamakan efisiensi material akan berdampak pada penurunan jumlah energi.

Menurut *World Green Building Council* (2021) proses konstruksi menyumbang sekitar 39% dari total emisi karbon global. 28% dari emisi operasional, dari energi yang dibutuhkan untuk memanaskan, mendinginkan, dan menyalakan gedung,

sedangkan 11% sisanya dari material dan konstruksi. Dengan mempertimbangkan atau menghitung *embodied energy/embodied carbon* tentu saja akan dapat mengetahui dampak lingkungan dari pembangunan yang akan dilakukan sehingga dapat memudahkan dalam merencanakan penggunaan material pada sebuah bangunan serta mengetahui material mana saja yang lebih ramah lingkungan dan menghasilkan konsumsi energi yang lebih kecil. Hal ini sejalan dengan aspek yang harus dipenuhi dalam *green construction* dan *sustainable construction*, yaitu dalam aspek efisiensi dan konservasi energi serta pada sumber dan siklus material.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa kandungan energi dan karbon pada material konstruksi berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan dalam konteks ini yaitu *sustainable construction*, dampak lingkungan yang dimaksud disini yaitu pencemaran gas emisi karbon yang akan berdampak pada pemanasan global. Menurut G. Hammond et al. (2011), *embodied carbon* diperkirakan setara dengan 12 – 19 tahun operasional karbon, hal tersebut semakin jelas menunjukan bahwa *embodied carbon* dari konstruksi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pencemaran lingkungan sehingga aspek energi dalam konstruksi perlu mendapatkan perhatian lebih guna menciptakan konstruksi yang rendah energi. Indikator utama dalam mewujudkan *sustainable construction* terbagi menjadi beberapa aspek tertentu yang harus dipenuhi; (1) tepat guna lahan; (2) efisiensi dan konservasi energi; (3) konservasi air; (4) manajemen lingkungan dan proyek konstruksi; (5) sumber dan siklus material; (6) kesehatan dan kenyamanan di lokasi proyek (Maulidianti et al., 2021).

Salah satu proyek yang telah mempertimbangkan beberapa aspek untuk mewujudkan *sustainable construction* Proyek Pembangunan Bank BJB Padalarang Tahap 1 yang berlokasi di Kabupaten Bandung Barat. Merujuk pada hasil wawancara awal dengan pihak kontraktor, proyek ini termasuk kedalam kategori *green building* karena memenuhi beberapa syarat dalam mewujudkan *sustainable construction* yaitu tepat guna lahan dengan menyediakan *roof garden* pada bangunannya dan konservasi air meliputi sistem pembuangan air limbah yang terlebih dahulu melalui beberapa proses sehingga tidak mencemari lingkungan. Berdasarkan informasi tersebut terdapat beberapa aspek terkait *sustainable construction* yang tidak termasuk kedalam lingkup proyek ini, salah satunya dalam

pemilihan material rendah energi. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini akan menganalisis kandungan energi dan karbon pada material yang mempertmbangkan *sustainable construction* dengan menggunakan simulasi BIM. Teknologi BIM dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk melakukan simulasi pembangunan berkelanjutan dalam hal ini yaitu simulasi energi pada proyek konstruksi. Untuk melakukan proses simulasi tersebut salah satu *software* BIM yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Autodesk Revit Insights Tech Preview*. Sebagai informasi tambahan, sampai saat ini belum ada penelitian tentang kandungan energi dan karbon pada material proyek konstruksi yang menggunakan *Autodesk Revit Insights Tech Preview*.

I.2 Rumusan Masalah

Pemilihan material konstruksi menjadi salah satu yang memiliki dampak langsung terhadap terwujudnya *sustainable construction*, karena setiap material memiliki nilai *embodied energy* dan *embodied carbon* yang bisa berdampak terhadap lingkungan. Proyek Bank BJB Padalarang tahap 1 merupakan proyek *green building* namun, tidak diketahui seberapa besar konsumsi energi dan karbon yang dihasilkan oleh material yang digunakan. Pada saat ini teknologi BIM hadir sebagai solusi untuk melakukan simulasi kandungan energi dan karbon pada material proyek konstruksi.

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Simulasi kandungan karbon pada material proyek konstruksi menggunakan BIM *Autodeks Revit Insights Tech Preview* pada Proyek Gedung Bank BJB Padalarang Tahap 1.
2. Menganalisis kandungan energi dan karbon pada material proyek konstruksi menggunakan metode perhitungan manual pada Proyek Gedung Bank BJB Padalarang Tahap 1.
3. Perbandingan antara metode BIM dan manual dalam perhitungan kandungan karbon pada material proyek konstruksi pada Proyek Gedung Bank BJB Padalarang Tahap 1.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan pada Gedung Bank BJB Padalarang Tahap 1 yang mencakup pekerjaan struktur, pekerjaan *façade* dan pekerjaan *plumbing*.
2. Meninjau *sustainability* dalam konteks kandungan energi dan karbon pada material pada Proyek Gedung Bank BJB Padalarang Tahap 1.
3. Perbandingan antara metode BIM dan manual dalam perhitungan kandungan karbon pada material proyek konstruksi pada Proyek Gedung Bank BJB Padalarang Tahap 1.
4. Pemodelan dan simulasi *embodied energy & embodied carbon* dilakukan pada lingkup lantai *basement* 2 sampai dengan lantai 2 gedung Bank BJB Padalarang tahap 1.
5. Data koefisien *embodied energy* dan *embodied carbon* yang bersumber dari *Inventory Carbon and Energy* merupakan data yang memiliki batasan *cradle to gate*.
6. Perhitungan *embodied energy & embodied carbon* dengan metode manual dan perhitungan *embodied carbon* menggunakan metode BIM.

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagi Akademisi, penelitian ini memberikan informasi baru bahwasannya metode BIM tidak hanya dapat mempercepat proses pemodelan dan perencanaan tetapi dapat memberikan sebuah simulasi kandungan energi dan karbon pada bangunan yang dapat memberikan informasi mengenai bangunan yang ramah lingkungan.
2. Penelitian ini dapat menjadi informasi bagi praktisi proyek konstruksi tentang bagaimana perbedaan metode BIM dan metode manual dalam melakukan analisis kandungan energi dan karbon pada material proyek konstruksi.

I.6.1 Jadwal Rencana Penelitian

KEGIATAN	WAKTU PELAKSANAAN																							
	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Topik			■	■		H A R I R A Y A																		
Studi Literatur			■	■																				
Penyusunan Proposal				■	■		■	■	■	■														
Seminar Proposal											■													
Pengumpulan Data					■		■	■	■	■	■													
Pengolahan Data dan Analisis												■	■	■	■	■	■	■						
Penyajian Hasil																		■	■	■	■			
Seminar Hasil																						■		
Sidang Akhir																								■

I.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada tugas akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab satu ini berisikan beberapa pokok pembahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, jadwal rencana penelitian serta sistematika penulisan. Inti dari bab ini adalah menjelaskan secara umum tentang permasalahan dan pembahasan dalam tugas akhir ini.

BAB II STUDI PUSTAKA

Bab dua ini berupa perpustakaan yang didalamnya terdapat teori – teori yang dibutuhkan dalam penelitian. Studi pustaka ini bersumber dari buku, jurnal penelitian ataupun pedoman peraturan yang terkait dengan penelitian dan terdapat penelitian terdahulu yang sejenis dengan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab tiga ini berisikan mengenai tahapan penelitian yang akan digambarkan secara umum dalam bentuk diagram alir. Serta pemaparan singkat mengenai tahapan yang dilakukan pada saat pengujian mulai dari tahapan awal hingga tahapan penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab empat ini berisikan tahapan-tahapan pengolahan data- data yang didapat. Tahapan ini berupa pemodelan dan juga simulasi energi pada material menggunakan BIM kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan manual sehingga dapat menghasilkan kesimpulan dan saran.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab lima ini menjelaskan tentang hasil yang sudah didapat dari pengolahan data dan disusun menjadi sebuah kesimpulan dari hasil tersebut juga menghasilkan sebuah saran untuk penelitian selanjutnya.