



BAB 1 PENDAHULUAN

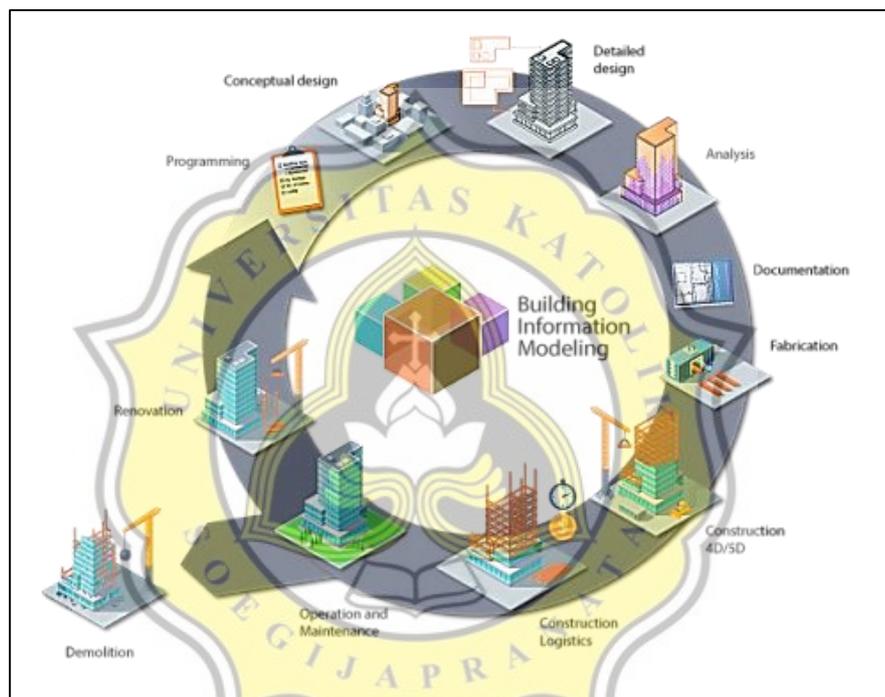
1.1. Latar Belakang

Building Information Modeling (BIM) telah menjadi salah satu produk dari perkembangan teknologi pada sektor konstruksi. Menurut Röck, dkk., (2018), penggunaan BIM dapat membantu untuk menunjukkan grafik informasi yang baik dan dapat mengetahui sifat material dalam konstruksi bangunan. Menurut Sacks, dkk., (2015) dengan teknologi BIM, satu atau lebih model virtual dari gedung yang akurat dibangun secara digital. Dalam penerapannya mendukung semua fase yang meliputi desain, analisis dan kontrol yang lebih baik dari pada proses manual. Setelah selesai, model yang berisi geometri dan data akurat diperlukan untuk mendukung aktivitas konstruksi, pabrikasi, dan pengadaan sehingga bangunan dapat direalisasikan, dioperasikan, dan dipelihara. *Building Information Modeling* (BIM) juga mengakomodasi banyak fungsi yang diperlukan untuk memodelkan daur hidup sebuah bangunan, memberikan dasar desain dan konstruksi baru serta perubahan peran dan hubungan di antara tim proyek. Jika diterapkan dengan baik, pemodelan BIM dapat memfasilitasi desain dan proses konstruksi yang lebih terintegrasi untuk menghasilkan bangunan berkualitas lebih baik dengan biaya yang optimal dan durasi proyek yang lebih pendek.

Building Information Modeling (BIM) juga dapat mendukung peningkatan manajemen proyek dan dapat memodifikasi bangunan secara virtual di masa yang akan datang. Penggunaan BIM di *United States of America* (USA) memperlihatkan sebanyak 74 % sudah digunakan untuk perencanaan. Sedangkan 34 % diantaranya menggunakannya untuk pemodelan konstruksi dan memprediksikan gambaran besar BIM yang memfasilitasi integrasi awal tim desain dan konstruksi proyek, sehingga kolaborasi yang lebih erat menjadi mungkin (Nwodo, dkk., 2017). Manfaat utama BIM dalam industri rekayasa dan konstruksi meliputi: *bill of quantity* dan perencanaan, penjadwalan, visualisasi, dan desain geometris (Nwodo, dkk., 2017). Oleh karena itu, beberapa peneliti telah berfokus pada peningkatan



hubungan antara BIM dan LCA sebagai analisis energi bangunan (Nwodo, dkk., 2017). Menurut Iacovidou, dkk., (2018) penggunaan BIM memberikan cara yang efektif untuk memodelkan dan mengelola informasi proyek dan juga dapat melakukan perubahan desain sesuai yang diinginkan dengan cepat, mudah dan dapat diandalkan. *Building Information Modeling* (BIM) harus bertindak sebagai integrator rantai pasokan, memungkinkan aliran informasi yang lebih kolaboratif, setiap adanya penambahan informasi ke pemodelan BIM.



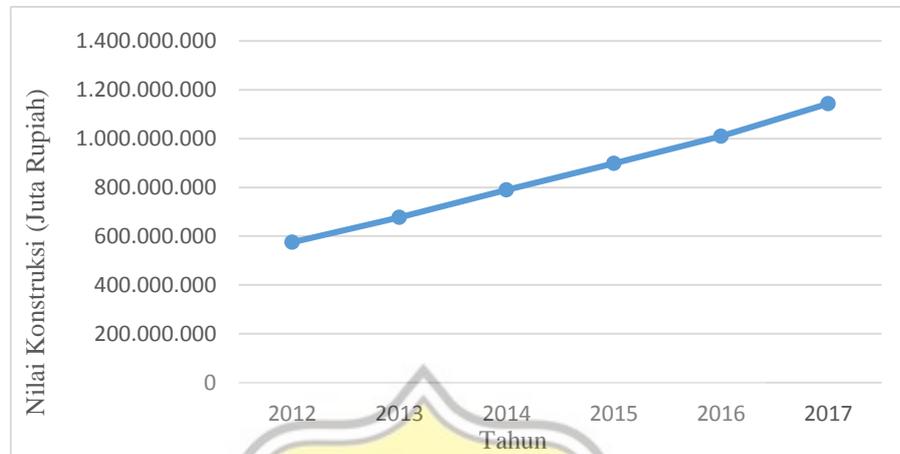
Gambar 1.1 Pemodelan BIM (Sumber: Dalas, United States, 2018. www.reuters.com. Diunduh pada tanggal, 1 Oktober 2020, Pukul 23.10 WIB)

Menurut Berliana, dkk., (2016) *Building information modeling* (BIM) memiliki beberapa kelebihan salah satunya merupakan *design clash detection* yang akan membuat pekerjaan semakin efektif yang akan mengurangi dampak terhadap lingkungan. Dampak ke lingkungan yang dihasilkan oleh suatu pekerjaan digunakan untuk mengukur dampak terhadap lingkungan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) perkembangan nilai kontrak konstruksi yang selesai dikerjakan meningkat dari tahun 2012 hingga tahun 2017. Semakin berkembangnya suatu negara maka pertumbuhan



pembangunan konstruksi akan meningkat. Peningkatan nilai konstruksi di Indonesia dapat diperlihatkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Nilai Konstruksi yang Diselesaikan di Indonesia
(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019)

Masalah lingkungan saat ini yang timbul dari sektor bangunan memerlukan alat untuk membantu mengurangi konsumsi sumber daya dan dampak lingkungan. *Life Cycle Assessment* (LCA) adalah alat yang banyak digunakan untuk mengukur dampak lingkungan dari sektor bangunan. *Life Cycle Assessment* (LCA) adalah metode mutakhir untuk menilai dampak lingkungan dari suatu tahap konstruksi (ISO 14040: 1997). *Life Cycle Assessment* (LCA) dianggap sebagai metode yang lengkap untuk menilai keberlanjutan bangunan selama siklus hidupnya dan semakin penting dalam komunitas ilmiah (Asdrubali, dkk., 2013). *Life Cycle Assessment* (LCA) adalah rangkaian estimasi *input*, *output*, dan potensi dampak lingkungan dari suatu siklus hidup dalam konstruksi. Analisis proses yang hemat biaya disebut *Life Cycle Costing* (LCC). Penelitian terkini di bidang ini mengeksplorasi penggunaan alat *Building Information Modeling* (BIM) untuk LCA bangunan, memanfaatkan integrasi proses, teknologi, dan manusia (Nwodo, dkk., 2017). Pada saat yang sama, LCA dan LCC adalah salah satu metode yang paling banyak digunakan oleh komunitas internasional untuk menilai dampak lingkungan dan ekonomi dari suatu produk (Santos, dkk., 2019).

Jika LCA digunakan sebagai metodologi penilaian yang mengukur dampak lingkungan dari siklus hidup bangunan. LCC adalah metodologi evaluasi ekonomi



yang memprediksi biaya siklus hidup penuh suatu proyek, termasuk akuisisi, desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, dan pembuangan (Asdrubali, dkk., 2013). Biaya pada material konstruksi biasanya mencakup kurang lebih 60% dari keseluruhan biaya konstruksi, maka biaya tambahan dari emisi CO₂ akan cukup tinggi pula (Kim, dkk., 2015). Oleh sebab itu, hubungan antara emisi CO₂ dan biaya konstruksi menjadi bagian penting untuk diteliti sehingga dapat berkontribusi terhadap industri konstruksi di Indonesia. Pemanasan global adalah meningkatnya suhu di bumi bila dibandingkan dengan beberapa dekade sebelumnya. Pemanasan global di akibatkan oleh bertambahnya gas rumah kaca seperti CO₂, Metana, N₂O, CFC, HFCs, SF₆ di lapisan troposfer. Karbon dioksida (CO₂) termasuk gas yang menyumbangkan efek gas rumah kaca paling besar selain metana (CH₄) dan dinitro oksida (N₂O). Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan dampak yang diakibatkan efek rumah kaca. Pemanasan global menjadi salah satu indikator dari perubahan iklim yang menyebabkan pergeseran musim hujan, musim kemarau, curah hujan, dan suhu di bumi (Samiaji, 2011). Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan dampak dari rumah kaca. Berbagai pendekatan analitik maupun eksperimental dapat dilakukan dalam memprediksi emisi gas CO₂. Pendekatan analitik dilakukan dengan penyusunan formula prediksi berdasarkan perilaku berbagai parameter fisik dan dengan mempergunakan berbagai kaidah fisik. Komposisi ideal dari CO₂ dalam udara bersih seharusnya adalah tidak lebih dari 314 ppm, sebagaimana telah diketahui bahwa jumlahnya yang berlebihan akan menimbulkan efek gas rumah kaca (GRK) (Sudjono dan Yudhi, 2011). Saat ini, CO₂ memiliki dampak terbesar terhadap pemanasan global dibandingkan dengan Gas Rumah Kaca (GRK) lainnya (Li dan Zheng, 2019). Emisi CO₂ berasal dari pembakaran bahan bakar fosil merupakan penyebab terbesar sekitar 50% dari efek GRK. Bahkan industri konstruksi bertanggung jawab atas 40% konsumsi energi global dan turut berkontribusi sebesar lebih dari 30% dari total emisi CO₂ di (Chou dan Yeh, 2015). Berdasarkan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2016), jumlah emisi CO₂ terbesar yang dihasilkan di Indonesia terdapat pada sektor industri dengan jumlah 151,98 juta ton. Menurut Luo dan Chen (2020), emisi CO₂ diindikasikan mempunyai hubungan terhadap besaran biaya proyek



konstruksi. Menurut Sudjono dan Yudhi, (2011), berbagai bahan bangunan seperti batu bata, besi, genteng, semen, pasir, batu kali, dan kayu diperlukan untuk pembuatan satu unit rumah. Proses pembuatan bahan bangunan atau penyediaan bahan bangunan tersebut menghasilkan emisi gas CO₂ yang dilepaskan ke udara, emisi ini berasal dari proses pengolahan bahan baku, transportasi bahan, proses konstruksi rumah, dan respirasi para pekerja. Kebutuhan material bangunan untuk pembangunan rumah sebanding dengan jumlah rumah yang akan dibangun. Penerapan BIM untuk memodelkan LCA akan memberikan hasil *BIM based LCA. Life Cycle Assessment (LCA)* yang sudah diproses menggunakan BIM sehingga dapat ditinjau untuk meminimalkan dampak dari LCA. Hubungan LCA dengan CO₂ dan biaya dapat dilakukan estimasi emisi CO₂ dan LCCCO₂ (Soust-verdaguer, dkk., 2016).

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Brigitta dan Handoyo (2018), yang berkonsentrasi untuk mengestimasi CO₂ berdasarkan *Life Cycle Costing CO₂ (LCCCO₂)* pada pekerjaan pengecoran struktur beton bertulang bangunan tingkat tinggi, penelitian oleh Suhendro, (2020) yang berkonsentrasi untuk menganalisis LCA dan LCC pada pekerjaan pengecoran struktur beton pada area *ground floor*, dan pengembangan dari penelitian oleh Septana dan Sonali (2019), yang berkonsentrasi pada penggunaan BIM untuk produktivitas *tower crane* menggunakan *software Revit Structures*. Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian adalah dengan mengkombinasikan BIM untuk meminimalisir *clash detection* dalam produktivitas alat berat dalam pengecoran sehingga dapat mengurangi dampak emisi CO₂ yang dihasilkan selama proses pengecoran Lantai 3 (tangga, pelat, kolom dan balok).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa peran BIM untuk mengestimasi lama waktu pekerjaan yang berbasis BIM?
2. Berapa estimasi emisi CO₂ yang dihasilkan pekerjaan pembetonan struktur atas Lantai 3 (tangga, pelat, kolom, dan balok) berbasis BIM?



3. Berapa biaya yang ditimbulkan oleh emisi CO₂ pada pekerjaan pementasan struktur atas Lantai 3 (tangga, pelat, kolom, dan balok) berbasis BIM?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui lama pekerjaan berbasis BIM (menggunakan *clash detection* dan tanpa menggunakan *clash detection*) pada pementasan struktur atas Lantai 3 (tangga, pelat, kolom, dan balok).
2. Mengestimasi perbandingan besar emisi CO₂ yang dihasilkan pada daur hidup pekerjaan pementasan struktur atas Lantai 3 (tangga, pelat, kolom, dan balok) berbasis BIM (menggunakan *clash detection* dan tanpa menggunakan *clash detection*).
3. Menghitung besar biaya pada daur hidup yang ditimbulkan oleh emisi CO₂ pada pekerjaan pementasan struktur atas Lantai 3 (tangga, pelat, kolom, dan balok) berbasis BIM (menggunakan *clash detection* dan tanpa menggunakan *clash detection*).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penggunaan BIM dalam pengendalian emisi CO₂ konstruksi gedung pada fase pekerjaan konstruksi melalui *life cycle* pada proyek konstruksi.
2. Mengetahui langkah penggunaan *Revit Structure* 2019 dan menggunakan *interference check*.
3. Mengetahui perbedaan antara penggunaan BIM dengan *clash detection* dan pemodelan yang tidak menggunakan *clash detection*.
4. Memberikan pertimbangan bagi kontraktor dalam penentuan peralatan yang digunakan terutama dalam hal penggunaan bahan bakar setiap alat.
5. Mengetahui produktivitas emisi (kg.CO₂) per jam alat *concrete pump* dan *tower crane*.
6. Memberikan kesadaran pentingnya pengendalian CO₂ dalam perencanaan pembangunan dengan melibatkan BIM di setiap pekerjaan.
7. Mengetahui dampak pembangunan terhadap *global warming*.



1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis emisi yang diestimasi adalah emisi CO₂ pada alat yang ditinjau.
2. Emisi CO₂ diestimasi pada tahap penggunaan alat pada saat pengecoran menggunakan persamaan matematis.
3. Estimasi CO₂ tidak memperhitungkan pengaruh dari suhu, cuaca, dan tempat.
4. Alat yang ditinjau adalah *concrete pump*, *tower crane*, dan *truck mixer*.
5. Jenis proyek yang diteliti adalah struktur atas pada konstruksi gedung (tangga, kolom, pelat lantai, dan balok).
6. Volume pekerjaan hasil pemodelan BIM berdasarakan gambar kerja berbentuk CAD.
7. Ruang lingkup *LCA* adalah *gate to gate* untuk analisis tahap transportasi material hingga tahap pekerjaan.
8. Waktu perjalanan *truck mixer* dihitung saat keluar *batching plan* sampai *site*.
9. *Software* BIM yang digunakan adalah *Revit Structure* 2019 dengan fitur *interfenced check* dan menghitung volume beton.

1.6. Batasan Masalah

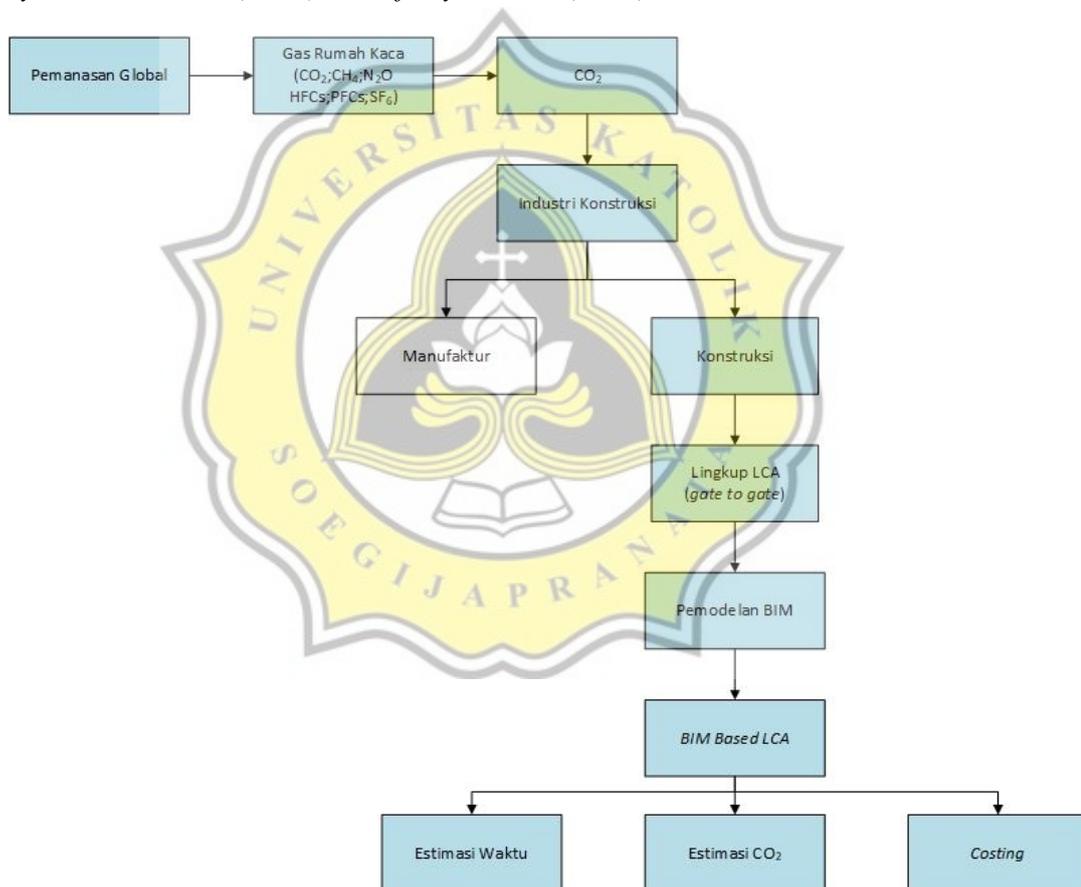
1. Lokasi proyek yang diteliti adalah Pembangunan Universitas Katolik Soegijapranata yang berlokasi di Bukit Semarang Baru (BSB), Semarang yang masih pada tahap pembangunan.
2. Biaya yang diestimasi mencakup penggunaan solar untuk *truck mixer*, *concrete pump*, dan biaya penggunaan listrik pada alat *tower crane* yang ditinjau saat proses pengecoran.

1.7. Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka secara singkat kerangka pikir penelitian dapat diperlihatkan pada Gambar 1.3. Alur pada Gambar 1.3 memperlihatkan bahwa pemanasan global diakibatkan oleh efek gas rumah kaca. Penyumbang emisi pada efek gas rumah kaca salah satunya gas CO₂. Pada Gambar 1.3 diperlihatkan pemanasan global diakibatkan oleh CO₂ yang berasal dari industri



konstruksi. Industri konstruksi merupakan salah satu industri yang menyumbangkan emisi CO₂ terhadap efek gas rumah kaca yang berasal dari manufaktur dan material konstruksi, rantai pasok konstruksi dan pelaksanaan konstruksi. Ruang lingkup penelitian ini menggunakan bantuan *software* BIM untuk pekerjaan konstruksi bagian struktur atas. Penggunaan *software* BIM dapat menghasilkan *output* untuk mengetahui daur hidup suatu konstruksi dan jenis material yang digunakan. Hasil dari penelitian ini merupakan perhitungan CO₂ yang dihasilkan untuk memperlihatkan sumber emisi CO₂ dan besaran biaya untuk *life cycle assessment* (LCA) dan *life cycle cost* (LCC).



Gambar 1.3 Kerangka Pikir Penelitian