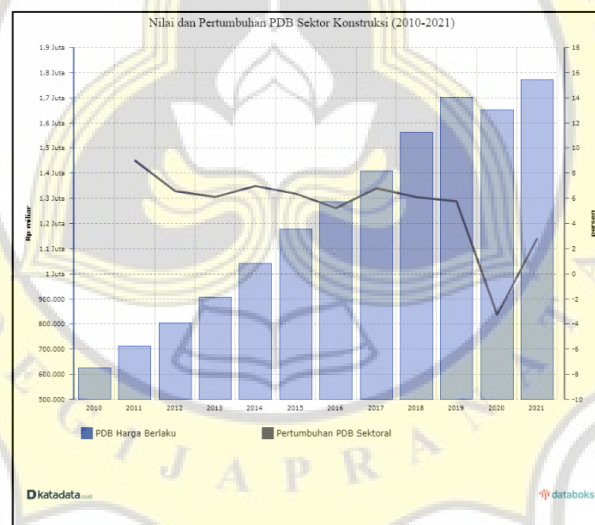




BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pandemi COVID-19 pada tahun 2020 menyebabkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia mengalami penurunan, begitu pula dengan pertumbuhan konstruksi. Pada tahun 2021, pertumbuhan konstruksi Indonesia mengalami peningkatan sebanyak 2,81% setelah sebelumnya mengalami penurunan hingga -3,26% pada tahun 2020 seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.1. Penurunan tersebut diakibatkan karena hampir seluruh aktivitas konstruksi terhenti pada tahun 2020. Aktivitas pembangunan yang terhenti selama beberapa bulan tersebut menyebabkan berbagai perubahan pada rencana yang telah dibuat sebelumnya, mulai dari jadwal, harga satuan pekerjaan, hingga perubahan pada lokasi konstruksi.



Gambar 1.1 Data Nilai dan Pertumbuhan Pendapatan Domestik Bruto (PDB) tahun 2010 – 2021 (Sumber : Diunduh dari <https://tinyurl.com/2p9as3d7>, pada 15 Juni 2022 pukul 22.05 WIB)

Pada kuartal terakhir tahun 2020, proyek konstruksi di Indonesia mulai dilanjutkan meskipun tetap dengan mengikuti Instruksi Menteri No. 02/IN/M/2020 tentang Protokol Pencegahan Penyebaran COVID-19 dalam Penyelenggaraan Jasa Konstruksi (Peragello dan Unger, 2020). Seiring dengan mulai membaiknya pertumbuhan konstruksi, pemerintah Indonesia juga berupaya mendukung



percepatan pembangunan dengan memanfaatkan teknologi, yaitu dengan menerapkan *Building Information Modeling* (BIM) dalam setiap pembangunan seperti yang disampaikan dalam Pekan Konstruksi Digital CREATION 5th 2021.

Building Information Modeling (BIM) menjadi salah satu perkembangan yang menjanjikan dalam beberapa tahun terakhir di bidang *Architecture Engineering and Construction* (AEC) (Prabhakaran, dkk., 2020). Beberapa peneliti memperlihatkan efektivitas BIM dalam mengurangi pengulangan pekerjaan, kerugian konstruksi, biaya, waktu tenggang hingga meningkatkan produktivitas (Rabia, dkk., 2022).

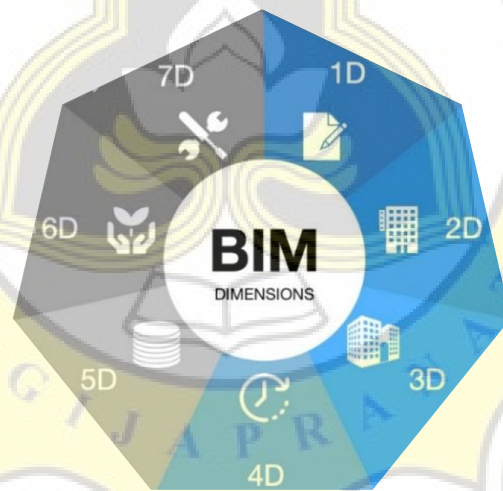
Keuntungan utama dari *Building Information Modeling* (BIM) adalah untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi pekerjaan. Kemampuan untuk menerapkan BIM dalam berbagai proses dan analisis manajemen yang berbeda memungkinkan pencapaian kinerja yang tinggi dalam industri konstruksi (Al-Ashmori, dkk., 2020). Sebanyak 32 proyek konstruksi berskala besar yang diteliti oleh *Stanford University Comprehensive Facilities Community Center* (CIFE) pada tahun 2019 menunjukkan bahwa BIM dapat memangkas waktu perhitungan anggaran proyek hingga 80%, waktu total konstruksi sebanyak 7% dan mengurangi biaya kontak sebanyak 10% (Sun, dkk., 2021).

Menurut Nugrahini dan Permana, (2020), penggunaan BIM memberikan dukungan bagi program bangunan, analisa lokasi, orientasi dari bangunan, rencana masa bangunan, konstruksi. Selain itu penggunaan BIM juga memberikan dukungan untuk analisa biaya serta membantu dalam mewujudkan bangunan yang berkelanjutan dan menghemat energi pada desain bangunan. Sehingga pengambilan keputusan akan dapat dicapai dengan mengakomodir semua pemangku kepentingan sehingga prosesnya akan mudah, efisien dan mengurangi biaya yang harus dikeluarkan. Keuntungan lain dalam penggunaan BIM adalah efektivitas biaya, waktu pengerjaan, dan kualitas proyek yang lebih tinggi (Kermanshahi, dkk., 2020).

Menurut Sun, dkk., (2021), *Building Information Modeling* (BIM) menyediakan cara yang revolusioner untuk menggambarkan, menghasilkan, bertukar, memprediksi, memantau informasi proyek. *Building Information Modeling* (BIM) meningkatkan kerja sama antara perencana, manajemen konstruksi, ahli struktur

dan pekerja lapangan sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan kinerja dan kualitas dari produk konstruksi. *Building Information Modeling* (BIM) memungkinkan pengguna untuk memperoleh data serta desain digital dari fasilitas yang disesuaikan dengan informasi detail untuk proyek konstruksi saat ini dan yang akan datang.

Building Information Modeling (BIM) mulai banyak digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi baik di negara maju maupun negara berkembang. Pada tahun 2020, 73% proyek konstruksi di Inggris telah menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) untuk pemodelan proyek (Statista, 2020). Sementara di Indonesia, teknologi BIM baru banyak digunakan oleh perusahaan kontraktor besar. Selain itu, di Indonesia sendiri BIM wajib diterapkan pada bangunan gedung negara tidak sederhana dengan kriteria luas di atas 2000 m² dan bangunan di atas dua lantai sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR No. 22/PRT/M/2018.



Gambar 1.2 Pembagian Dimensi Pada *Building Information Modeling* (Sumber : Diolah kembali dari <http://www.orfisaikc.com/dimensiones-bim/> pada tanggal 17 Juni 2022, pukul 18.21 WIB)

Seiring berjalannya waktu, *Building Information Modeling* (BIM) tidak hanya digunakan untuk pemodelan suatu bangunan melainkan juga dipadukan dengan unsur-unsur lain untuk menciptakan sebuah bangunan yang baik dari sisi biaya, waktu dan dampaknya terhadap lingkungan. Dengan berkembangnya implementasi pada berbagai dimensi BIM, bermacam-macam fungsi dan keuntungan dapat didapatkan pada tahap-tahap yang berbeda pada proyek konstruksi (Wang dan Liu,



2020). BIM dibagi menjadi beberapa dimensi sesuai dengan tahap atau kebutuhan yang diinginkan.

Federal Highway Administration (2020) dan Pusdiklat SDA dan Konstruksi (2018) menguraikan tujuh dimensi BIM sebagai berikut :

a. 1D : Data

Data merupakan inti utama dari BIM. Data yang digunakan pada BIM harus sesuai dengan perkembangan jaman. Data tersebut harus sesuai dengan aturan yang berlaku secara internasional seperti *International Organization for Standardization (ISO)* dan *National BIM Standard (NBIMS)* sehingga dapat digunakan secara luas, bukan hanya pada negara tertentu saja.

b. 2D : *Vector Drawings*

Vector drawings merupakan gambar dua dimensi yang menggambarkan denah tampak dari elevasi maupun sisi tertentu pada sebuah bangunan.

c. 3D : *Virtual Coordination*

Virtual coordination memberikan gambaran 3D dari sebuah bangunan saat dibangun nanti. Dimensi ini memungkinkan perencana untuk memperbaiki kekurangan dari desain tanpa biaya dan penundaan jadwal yang signifikan.

d. 4D : *Schedule Simulation*

Dimensi ini merupakan penggabungan dari elemen 3D yang ditambah dengan durasi dan informasi pekerjaan konstruksi. Dimensi ini memungkinkan perencana untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kekurangan pada penjadwalan yang memungkinkan kendala pada saat pekerjaan konstruksi berlangsung.

e. 5D : Estimasi Biaya

5D BIM menganalisis perkiraan biaya berdasarkan tenaga dan material yang akan digunakan. Dimensi ini merupakan lanjutan dari 4D BIM yang memberikan estimasi biaya, jadwal serta biaya yang diperlukan.

f. 6D : *Lifecycle Sustainability*

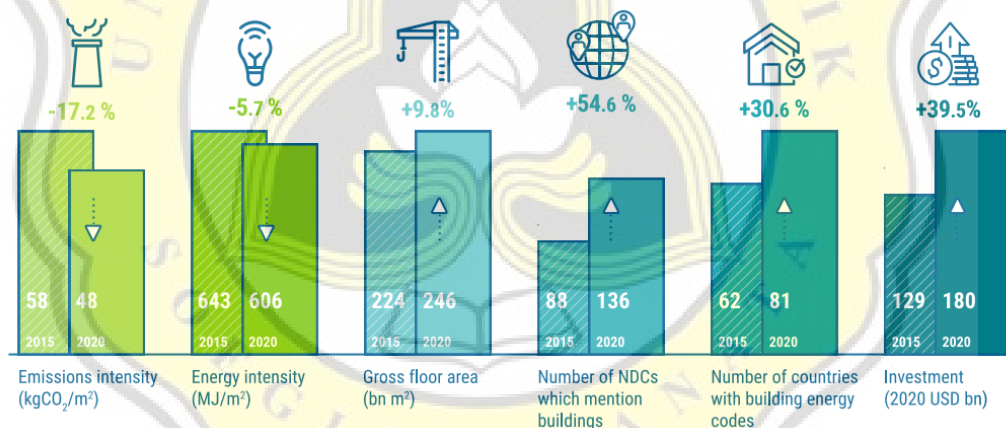
Dimensi ini memperluas akses BIM untuk mempertimbangkan dampak

lingkungan selama konstruksi. Selain itu dimensi ini dapat memperkirakan perawatan pada konstruksi untuk memaksimalkan potensi *return* pada investasi.

g. 7D : *Facility Management Application*

Dimensi ini digunakan dalam pemeliharaan fasilitas bangunan sepanjang siklus hidup bangunan tersebut. Dimensi ini memungkinkan pengguna untuk memperoleh data seperti spesifikasi, pemeliharaan fasilitas, dan yang lainnya sehingga penggantian dapat dilakukan secara lebih efektif.

Menurut Montiel-Santiago, dkk. (2020), BIM 6D merupakan dimensi BIM yang menggambarkan informasi pada hubungan antara efisiensi energi dan keseimbangan pada model bangunan. Dimensi ini memungkinkan perencana untuk mendapatkan desain terbaik berdasarkan penilaian terhadap penggunaan energi atau sumber daya, dampak lingkungan dan keberlanjutan suatu bangunan.



Gambar 1.3 Dampak Sektor Bangunan Terhadap Lingkungan Pada Tahun 2015 dan 2020 (Sumber : *United Nations Environment Programme*, 2021)

United Nations Environment Programme (2021) dalam *Global Status Report for Buildings and Construction 2021*, melaporkan bahwa proyek konstruksi bertanggung jawab atas 36% konsumsi energi dan sumber daya dunia dan juga menyumbang sekitar 37% emisi CO₂ dunia sepanjang tahun 2020. Sejak 2015 hingga 2020, emisi CO₂ yang dihasilkan akibat sektor konstruksi sudah mengalami penurunan hingga 17,2%. Sedangkan konsumsi energi dan sumber daya dunia telah mengalami penurunan sebanyak 5,7%. Penurunan tersebut diharapkan terus



berlanjut, sehingga pada tahun 2050 sektor konstruksi dapat mencapai dekarbonisasi sebesar 100% sesuai dengan tujuan *Paris Agreement 2015* tentang perubahan iklim.

Salah satu analisis dampak lingkungan dari suatu bangunan adalah dengan menggunakan *life cycle assessment (LCA)*. Penggunaan *LCA* dalam sektor gedung adalah strategi untuk mengurangi dampak-dampak lingkungan dan konsumsi energi pada sektor bangunan (Soust-Verdaguer, dkk., 2017). Berdasarkan ISO 14040:2006, *LCA* merupakan metode untuk mengevaluasi *input, output* dan potensi dampak lingkungan pada daur hidup sistem produk. Dampak yang dinilai adalah selama masa pengambilan material, pengolahan, pembuatan, pemakaian, perawatan hingga akhir masa operasi bangunan tersebut (Morsi, dkk., 2022). Metode *LCA* terdiri dari *goal and scope, life cycle inventory (LCI), life cycle impact assessment (LCIA)* dan interpretasi (ISO 14040:2006).

Menurut Siregar, dkk., (2020), *Life Cycle Assesment* membahas mengenai aspek dan dampak pada lingkungan, misalnya penggunaan sumber daya dan konsekuensi yang terjadi pada lingkungan. Adapun manfaat implementasi *LCA* adalah:

- a. Mendapatkan *output* yang bersifat kuantitatif, bukan hanya kualitatif. Hasil kuantitatif yang didapatkan berupa dampak lingkungan yang lebih komprehensif.
- b. *Control supply chain* dan laporan yang lebih akurat dalam *inventory data*.

Energy Saving through promotion of Life Cycle Assessment (ENSLIC) Building (2010) membagi perhitungan *LCA* menjadi beberapa level diantaranya :

- a. *Basic calculation*, perhitungan manual dengan menggunakan *Microsoft Excel* dengan memperhatikan pengambilan data input dan output sederhana dari beberapa indikator dampak lingkungan, terbatas dan tidak memerlukan pengalaman khusus untuk menggunakan aplikasinya.
- b. *Medium calculation*, menggunakan aplikasi spesifik bangunan seperti *Ecosoft, Equer, Athena* (dampak estimator dan *ecocalculator*) yang membutuhkan pengalaman level sedang.



- c. *Advance calculation*, menggunakan aplikasi umum dan lengkap seperti SimaPro dan Gabi. Pengalaman dibutuhkan untuk menggunakan aplikasi ini pada bangunan. Aplikasi-aplikasi tersebut mungkin tidak cocok untuk fase desain awal.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meneliti tentang estimasi LCA dengan menggunakan BIM atau *BIM-based LCA*. Penggabungan antara BIM dan LCA merupakan penelitian yang sedang berjalan baik untuk sektor akademik maupun industri, tapi menawarkan manfaat untuk kedua bidang tersebut (Morsi, dkk., 2022). *Building Information Modeling-based digital tools* menyediakan beberapa keuntungan dalam memfasilitasi LCA dan mengoptimalkan proses kinerja lingkungan bangunan selama proses desain awal (Safari dan AzariJafari, 2021).

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Penelitian tersebut membahas tentang *BIM-based LCA* pada bangunan tempat tinggal dengan menggunakan tiga sistem struktur yang berbeda dengan menggunakan *Autodesk Revit* dengan *plugin OneClick LCA* serta penelitian *BIM-based LCA* pada bangunan perkantoran dengan dua material yang berbeda dengan menggunakan *Autodesk Revit* dengan *plugin Tally*.

Pengembangan yang dilakukan dari penelitian tersebut adalah dengan membandingkan hasil estimasi *Life Cycle Assessment (LCA)* antara *Autodesk Revit* dengan *plugin OneClick LCA* dan *Autodesk Revit* dengan *plugin Tally* pada bangunan gedung yang sama. Indikator emisi gas yang digunakan diantaranya adalah CO₂, PO₄, SO₂, C₂H₆, dan CFC yang dihasilkan dari masa konstruksi hingga akhir masa operasi bangunan berdasarkan EN 15978.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimana pemodelan gedung bertingkat pada Proyek Pembangunan Gedung X pada tahap pelaksanaan pekerjaan struktur dengan menggunakan *Autodesk Revit*?



- b. Bagaimana estimasi *Life Cycle Assessment* (LCA) pada tahap pelaksanaan hingga akhir masa operasi bangunan dengan menggunakan *One-Click LCA* dan *Tally*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

- Menerapkan dan memperoleh volume pekerjaan dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) 3D pada pekerjaan struktur proyek Gedung X,
- Mengestimasi *Life Cycle Assessment* (LCA) berbasis *Building Information Modeling* (BIM) pada Proyek Pembangunan Gedung X.
- Memperoleh perbedaan antara estimasi *Life Cycle Assessment* (LCA) dengan plugin *OneClick LCA* dan *Tally*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah

- Proyek konstruksi yang ditinjau adalah sebuah gedung hotel bertingkat 10 lantai di Kota Semarang.
- Struktur yang dimodelkan meliputi pondasi, *tie beam*, kolom, balok, pelat lantai, *shear wall*.
- Perhitungan *Life Cycle Assessment* (LCA) dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Revit* dengan plugin *One-Click LCA* dan *Tally*.
- Penelitian ini tidak termasuk penjadwalan, perhitungan biaya dan perhitungan volume pekerjaan.
- Emisi gas yang diestimasi adalah CO₂.
- Data emisi yang digunakan pada perangkat lunak *One-Click LCA* dan *Tally* adalah berdasarkan dari *database* Singapura.

1.5 Manfaat

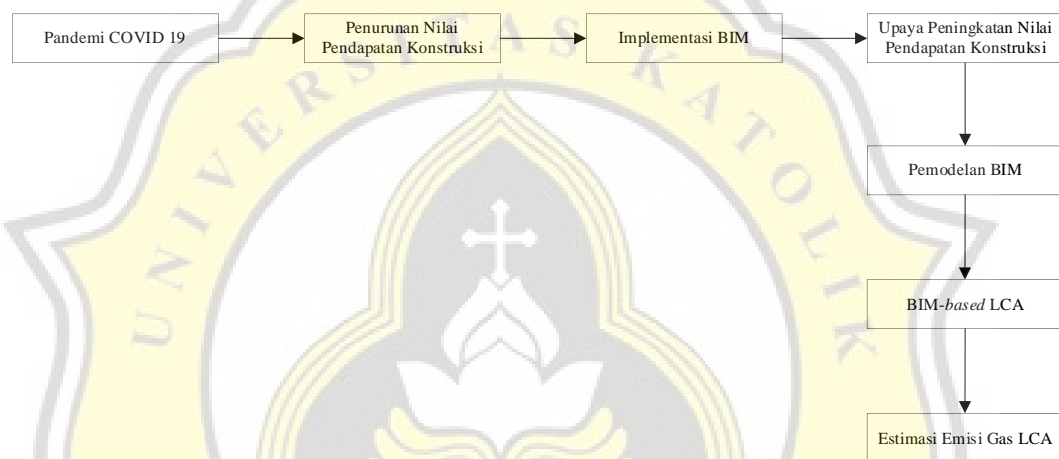
Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

- Memberikan referensi serta pengetahuan tentang penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dalam perencanaan gedung bertingkat tinggi.

- b. Memberikan referensi serta pengetahuan tentang penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) untuk menghitung *Life Cycle Assessment* (LCA).
- c. Memberikan referensi *software Life Cycle Assessment* (LCA) yang dapat terintegrasi dengan *software Building Information Modeling* (BIM).

1.6 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian yang disusun berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat dilihat pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Sesuai dengan Gambar 1.4., pandemi Covid-19 berdampak terhadap menurunnya proyek konstruksi. Penurunan jumlah proyek konstruksi tersebut menjadi suatu alasan perlunya perkembangan teknologi di bidang konstruksi yaitu dengan mengaplikasikan *Building Information Modeling* (BIM). Penggunaan BIM pada pekerjaan konstruksi dapat membantu mempercepat pekerjaan dan meningkatkan produktivitas. Pemodelan BIM 3D dilakukan dengan menggunakan aplikasi berbasis BIM yaitu *Autodesk Revit*. Sedangkan untuk menganalisis emisi gas yang dihasilkan dengan menggunakan aplikasi *One-Click LCA* dan *Tally*.

1.7 Sistematika Penulisan Penelitian

Laporan penelitian disusun dengan sistematika penulisan seperti di bawah ini :

Bab 1 Pendahuluan



Bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, kerangka pikir penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori – teori terkait subjek permasalahan yang dianalisis dalam penelitian. Permasalahan yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah mengenai *Life Cycle Assessment (LCA)* menggunakan *Building Information Modeling (BIM)* dalam pemodelan struktur Proyek Gedung X.

Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini akan menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian, tahapan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian, penjelasan mengenai data – data yang digunakan dalam penelitian, serta penjelasan mengenai *software* yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Pada tahapan ini penjabaran mengenai *input* dan *output* dari penelitian yang akan dilakukan diberikan.

Bab 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab ini dijabarkan hasil pengolahan data yang diperoleh sesuai dengan metode dan alat yang telah ditentukan. Penjelasan pada bab ini dapat melalui hasil penelitian yang dibandingkan dengan tinjauan pustaka yang telah dirumuskan.

Bab 5 Penutup

Bab ini adalah bagian akhir yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari penelitian serta saran – saran yang dapat digunakan pada penelitian selanjutnya.