



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor konstruksi secara signifikan berkontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) di setiap negara (*International Labour Organization*, 2019). Produk Domestik Bruto (PDB) merupakan indikator penting untuk mengetahui laju aktivitas ekonomi suatu negara (*The Organisation for Economic Co-operation and Development*, 2021). Menurut McKinsey and Company (2020), pengeluaran sektor konstruksi menyumbang sebesar 13% dari Produk Domestik Bruto (PDB) secara global. Sektor konstruksi memiliki kontribusi sebesar 10,7% terhadap PDB di Indonesia pada triwulan 1 tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2020). Berdasarkan peringkat global industri konstruksi, Indonesia akan menjadi pasar konstruksi terbesar ke-4 di dunia pada tahun 2030 (*Global Construction Perspectives* dan *Oxford Economics*, 2015). Peringkat ini meningkat dari yang sebelumnya berada di urutan ke-11, mendahului Jepang yang berada pada peringkat ke-5. Selain Indonesia, industri konstruksi Jerman juga mengalami kemajuan dibuktikan dengan dengan indeks volume produksi konstruksi meningkat 13,1% pada tahun 2019 (*European Commission*, 2021).

Seiring dengan kemajuan industri konstruksi, pengendalian dan pemantauan proyek menjadi semakin kompleks karena banyaknya informasi yang perlu diukur dan dianalisis. Kompleksitas suatu proyek dapat diukur dari jumlah aktifitas yang beragam dan saling berkaitan untuk mencapai hasil akhir (Larson dan Gray, 2018). Oktaviani (2018) menyatakan kompleksitas proyek juga dapat diukur dari jumlah *stakeholder* yang terlibat dan jenis teknologi yang digunakan. Dalam penelitiannya, kompleksitas pada pekerjaan konstruksi meliputi keseluruhan siklus proyek konstruksi sehingga perlu adanya pengaturan dan pengendalian.

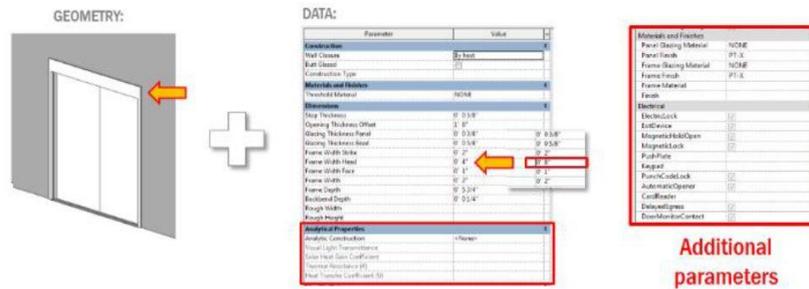
Menurut Peragallo dan Unger (2020), peningkatan kompleksitas menyebabkan lebih dari 70% proyek konstruksi tidak selesai tepat waktu dan melebihi anggaran. Hal ini membuktikan perlunya industri konstruksi untuk mengikuti kemajuan



teknologi sehingga dapat meningkatkan efisiensi. Permintaan konstruksi yang meningkat menjadi tanda bahwa praktik konstruksi konvensional harus diubah (Argawal, dkk., 2016). Kondisi ini merupakan kesempatan bagi pelaku konstruksi untuk mencari solusi teknologi yang dapat mengubah praktik pengadaan proyek menjadi lebih baik.

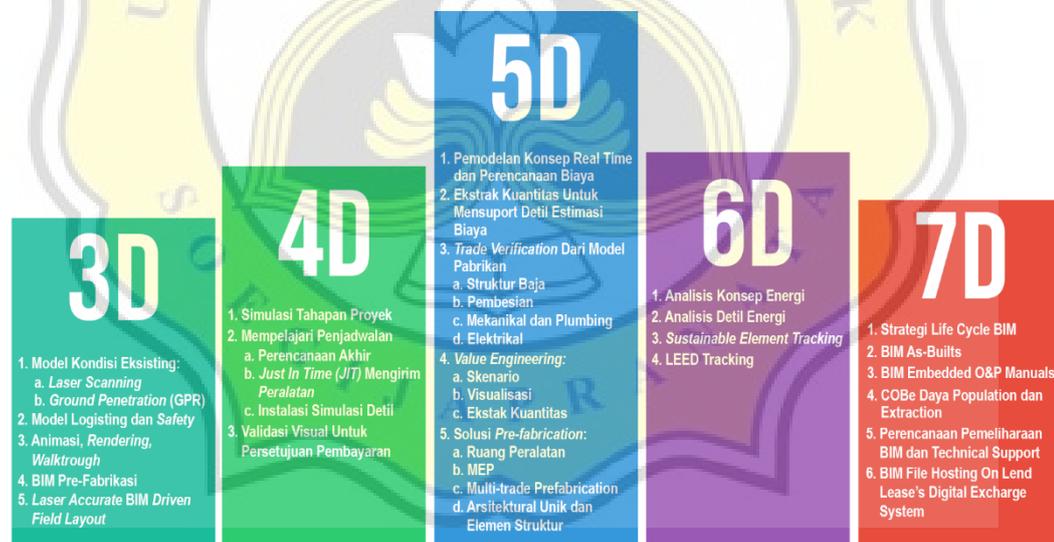
Salah satu solusi teknologi digital dalam dunia konstruksi adalah *Building Information Modeling* (BIM). *Autodesk* mendefinisikan BIM sebagai pondasi dari transformasi digital dalam industri konstruksi. *Building Information Modeling* (BIM) merupakan pemodelan pelaksanaan dan penyampaian desain suatu bangunan secara kolaborasi melalui pengorganisasian tim yang produktif (Pusdiklat SDA dan Konstruksi, 2018). *Building Information Modeling* (BIM) adalah representasi digital serta karakteristik fungsional fasilitas dari sebuah proyek konstruksi (Lu, dkk., 2019). *National Institute of Building Sciences* (2007) mendeskripsikan BIM sebagai sistem berbasis informasi yang melibatkan representasi digital, serta fungsional dari proyek konstruksi. Berdasarkan pengertian dari beberapa sumber, dapat didefinisikan BIM merupakan sebuah proses berbasis teknologi dalam memodelkan suatu infrastruktur secara digital.

Dalam manajemen proyek, BIM merupakan konsep yang dapat meningkatkan kualitas serta efisiensi dari setiap elemen rantai pasok konstruksi. Hal ini memungkinkan praktisi konstruksi untuk merancang dan menganalisis bangunan secara digital sebelum tahap konstruksi, sehingga meminimalisir risiko pembengkakan biaya di lapangan (Hardin dan McCool, 2015). Menurut Pusdiklat SDA dan Konstruksi (2018), kesalahan estimasi biaya akibat kurangnya pemahaman mengenai lingkup pekerjaan merupakan alasan perlunya BIM sebagai pendukung pembangunan. Pusdiklat SDA dan Konstruksi (2018) menjelaskan, apabila informasi dari sebuah konstruksi bangunan diubah, maka model dari konstruksi bangunan tersebut juga akan berubah atau disebut sebagai *parametric*. Suatu objek dapat disebut sebagai model BIM apabila data geometri dari objek seperti panjang, lebar, tinggi ditambahkan dengan informasi lain. Pada Gambar 1.1 diperlihatkan bentuk implementasi BIM pada pemodelan pintu.



Gambar 1.1 BIM Dalam Pemodelan Pintu (Sumber: Penggunaan BIM Sebagai Teknologi Konstruksi Pendukung Pembangunan dalam Pusdiklat SDA dan Konstruksi, 2018)

Penerapan BIM di Indonesia pun telah diatur dalam Permen PUPR Nomor 22/PRT/M/2018 yaitu penggunaan BIM wajib diterapkan pada bangunan gedung negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m² dan diatas dua lantai. *Building Information Modeling* (BIM) dapat dibagi menjadi beberapa dimensi berdasarkan perkembangan konsep dan aplikasinya. Dimensi BIM diperlihatkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Dimensi Pada BIM (Sumber: Diolah dari Gambar Dimensi BIM dari 3D sampai 7D dalam Pusdiklat SDA dan Konstruksi, 2018)

Pada Gambar 1.2, BIM dibagi menjadi 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D. Penjelasan mengenai masing – masing dimensi adalah sebagai berikut:

- a. *Building Information Modeling* (BIM) 3D merupakan pemodelan 3D bangunan yang berisi parameter informasi tinggi, panjang, dan lebar. BIM 3D dapat diintegrasikan ke berbagai *platform* dan ditingkatkan ke dimensi berikutnya.



- b. *Building Information Modeling* (BIM) 4D mengombinasikan model 3D dengan jadwal pekerjaan sehingga menghasilkan visualisasi jadwal pelaksanaan.
- c. *Building Information Modeling* (BIM) 5D atau yang dapat disebut sebagai *quantity take off* merupakan pemodelan BIM yang mengintegrasikan desain, biaya hingga menghasilkan bentuk 3D. Dengan BIM 5D maka pada waktu tertentu laporan biaya dapat dimodifikasi jika terdapat perubahan desain.
- d. *Building Information Modeling* BIM 6D yang biasa disebut dengan BIM terintegrasi merupakan pemodelan yang mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi yang diperlukan selama masa operasi.
- e. *Building Information Modeling* (BIM) 7D atau *facility management*, merupakan pemodelan yang dapat digunakan pada bangunan yang memasuki masa operasional dan perawatan dengan keseluruhan data disimpan dalam *cloud*. Pemodelan BIM 7D ini mengoptimalkan manajemen proyek dari tahap desain hingga pembongkaran.

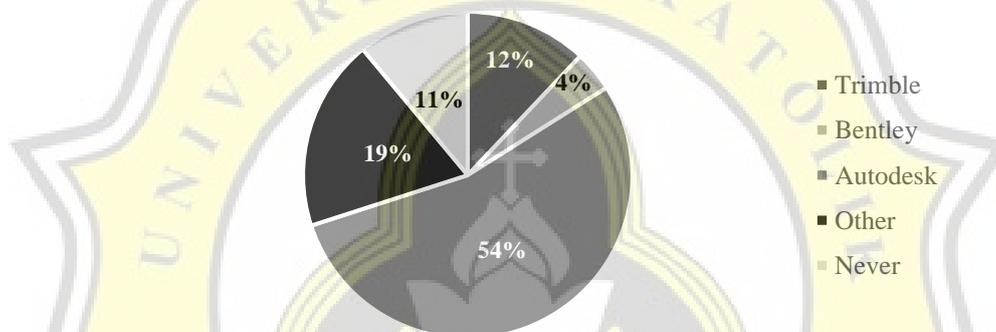
Menurut Pusdiklat SDA dan Konstruksi (2018), Pemodelan 4D BIM menghubungkan elemen 3D dengan *timeline* proyek untuk memberikan simulasi *virtual* dari proyek pada lingkungan 4D. Sementara itu, model 5D menghubungkan data biaya dengan daftar *quantity* yang dihasilkan dari pemodelan 3D. Hubungan antara BIM 3D, 4D, dan 5D diperlihatkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Hubungan BIM 3D, 4D, dan 5D (Sumber: Diolah dari Gambar *Relationship between a 3D, 4D, and 5D BIM* dalam Lu, dkk., 2019)



Menurut Argawal, dkk., (2016) BIM 5D secara fungsional dapat mengintegrasikan desain, biaya, dan waktu secara virtual. *Building Information Modeling* (BIM) secara otomatis mengolah komponen luas, volume, serta jumlah material pada tahap desain sehingga dapat menghasilkan *Bill of Quantity* (BoQ) yang akurat (Lu, dkk., 2019). Teknologi komputasi yang cepat dan manajemen data yang masif menghasilkan komponen desain yang terintegrasi dalam format digital (Sears, dkk., 2015). Terdapat berbagai jenis program yang dapat digunakan untuk menerapkan teknologi BIM. Menurut Yanda, dkk., (2019) meneliti tingkat penggunaan program berbasis BIM di Indonesia dengan hasil penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Penggunaan Program Berbasis BIM (Sumber: Diolah kembali dari data *Frequency of respondents based on software used* dalam Yanda, dkk., 2019)

Berdasarkan Gambar 1.4, penggunaan program berbasis BIM oleh pekerja konstruksi di Indonesia didominasi oleh produk dari *Autodesk*. *Autodesk* merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai *software* BIM seperti *Revit* dan *AutoCAD*. Selain *Autodesk*, produk dari perusahaan *Trimble* yang juga menempati posisi ke 2 dengan jumlah pengguna 12%. Produk berbasis BIM dari *Trimble* adalah *Tekla*. Program berbasis BIM dibuat untuk memudahkan pemodelan. Pada BIM 5D, program estimasi seperti *Autodesk QTO*, *CostX*, dan *Cubicost* secara otomatis memperbarui estimasi biaya saat terjadi perubahan desain (Lu, dkk., 2019).

Setiap program memiliki kelebihan dan kekurangannya masing – masing. Oleh karena itu, kolaborasi antar program perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas model. Pemanfaatan kolaborasi program BIM dapat memaksimalkan peningkatan kualitas struktur dan efisiensi kerja (Shin, dkk., 2017). Sampaio dan Gomes (2021)

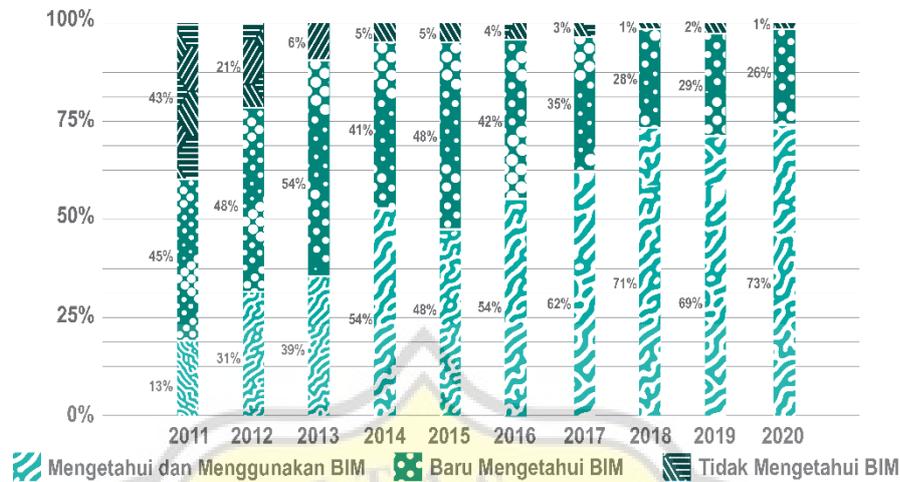


meneliti keterbatasan interoperabilitas pada *software* berbasis BIM. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa proses pemodelan dengan memanfaatkan interoperabilitas antar *software* mudah untuk dilakukan. Adapun yang dimaksud dengan interoperabilitas adalah kemampuan untuk bertukar data dari antar aplikasi untuk memperlancar alur kerja (Sacks, dkk., 2018).

Lu, dkk., (2019) menyatakan terdapat 2 hal yang menyebabkan BIM dapat menghemat waktu. Pertama, manusia tidak memerlukan banyak waktu untuk menghasilkan informasi yang sama dari beberapa desain. Kedua, penggunaan *software* berbasis BIM akan menghasilkan detail desain dan informasi biaya yang tervisualisasi secara grafis. Hal ini akan membuat *stakeholder* dapat lebih intuitif dalam memahami desain bangunan dan memperoleh informasi lebih cepat.

Menurut Sinenko, dkk., (2019) BIM dianggap lebih efisien dan membutuhkan waktu yang lebih sedikit dibandingkan metode konvensional. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Patil dan Khandare (2017) yang menyatakan bahwa penggunaan BIM dapat mereduksi estimasi waktu hingga 80% dibandingkan dengan metode konvensional. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan oleh Sholeh, dkk., (2020) implementasi teknologi BIM 5D dapat mereduksi waktu kerja hingga 50% dan biaya hingga 52,36%. Sholeh, dkk., (2020) menggunakan jumlah pekerja dan waktu kerja sebagai acuan dalam meneliti peningkatan efektivitas biaya. Dalam implementasinya, BIM 5D menggunakan program *Cubicost* menghasilkan pekerjaan yang lebih akurat, cepat, serta pengoperasiannya yang lebih mudah dibandingkan metode konvensional (Anindya dan Gondokusumo, 2020).

National Building Specification (NBS) melakukan survei mengenai tingkat kesadaran dan penggunaan BIM selama hampir satu dekade yaitu dari tahun 2011 hingga 2020. Tingkat kesadaran dan penggunaan BIM dari tahun 2011 hingga 2020 meningkat sebanyak 60%. Pada tahun 2020 secara universal tingkat kesadaran dan penggunaan BIM sebesar 73%. Hal ini kontras dengan survei yang dilakukan pada tahun 2011 yang menunjukkan tingkat ketidaktahuan responden terhadap BIM sebesar 43%. Tingkat kesadaran dan penggunaan BIM secara universal pada setiap tahunnya diperlihatkan pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Tingkat Kesadaran dan Penggunaan BIM Tahun 2011 – 2020
(Sumber: Diolah dari *National Building Specification* (NBS) *National BIM Report*, 2020)

Meskipun teknologi BIM telah dikembangkan sejak tahun 1970-an, namun implementasinya dalam dunia konstruksi di Indonesia cukup rendah. Berdasarkan penelitian Hanifah (2016) tentang *awareness* dan pemanfaatan BIM, diperoleh tingkat penggunaan BIM di Indonesia masih rendah yaitu 6% untuk level BIM 4D dan 3% untuk BIM 5D. Implementasi BIM di Indonesia dimulai secara resmi melalui Kementerian PUPR pada tahun 2017 (Sopaheluwakan dan Adi, 2020).

Roy dan Firdaus (2020) menyatakan BIM merupakan hal baru bagi para praktisi konstruksi di Indonesia. Hal ini didukung dengan penelitiannya yang menyatakan bahwa lebih dari 60% responden tidak mengenal dan tidak memiliki pengetahuan yang benar tentang terminologi BIM. Menurut Gustaf (2019), rendahnya penggunaan BIM pada sektor industri konstruksi di Indonesia disebabkan oleh beberapa hambatan yang diperlihatkan pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Hambatan Implementasi BIM di Indonesia (Sumber: Diolah dari Hambatan BIM industri konstruksi di Indonesia pada Gustaf, 2019)

Sesuai dengan Gambar 1.6, hambatan terbesar dalam BIM adalah biaya pelatihan dan tidak tersedianya tenaga ahli dengan presentase mencapai 61,02%. Proyek



konstruksi akan semakin kompleks sehingga perlu tenaga kerja yang terampil dengan cara pikir dan kerja yang baru (Argawal, dkk., 2016). Irwanuddin, dkk., (2016) menyatakan praktisi konstruksi di Indonesia cenderung lebih mengenal BIM dibandingkan para akademisi. Bagi akademisi, adaptasi teknologi BIM dalam pendidikan merupakan aspek yang sangat teknis sehingga tidak menjadi perhatian utama dibandingkan kemampuan kritis dalam mendesain (Irwanuddin, dkk, 2018). Risiko sumber daya manusia terbesar dalam implementasi BIM adalah kurangnya pengetahuan dan kemampuan tenaga kerja terhadap BIM (Yanda, dkk., 2019). Selain itu Yanda, dkk., menyatakan risiko teknikal lainnya adalah pesatnya perkembangan teknologi dari BIM. Kurangnya praktisi yang terampil dan berpengetahuan luas dapat menghambat adopsi BIM sehingga perlu adanya pelatihan dan pendidikan yang memadai (Lu, dkk., 2019). Menyikapi pernyataan tersebut, akademisi dan praktisi konstruksi di Indonesia perlu memahami, menggunakan, serta mengikuti perkembangan teknologi BIM yang ada. Hal ini akan berimplikasi pada dihasilkannya tenaga kerja yang berkapabilitas untuk memenuhi kebutuhan tenaga ahli BIM di Indonesia.

Penelitian diperlukan untuk meningkatkan kemampuan dalam mengimplementasikan BIM 4D dan BIM 5D pada pekerjaan konstruksi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan mengenai ketidak akuratan data yang berdampak pada waktu, biaya, dan kualitas proyek. Dengan demikian, maka tenaga ahli di Indonesia dapat mengimbangi kemajuan di industri konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pentingnya implementasi BIM di Indonesia, diperoleh rumusan masalah antara lain:

- a. Bagaimana pemodelan BIM 4D dan 5D pekerjaan struktur proyek Gedung X dengan menggunakan *Tekla Structures* dan *Cubicost*?
- b. Bagaimana hasil visualisasi penjadwalan proyek Gedung X?
- c. Bagaimana hasil estimasi biaya dari proyek Gedung X menggunakan program berbasis BIM 5D?



1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

- a. Mengaplikasikan *Building Information Modeling* (BIM) 4D dan 5D pada pekerjaan struktur proyek Gedung X.
- b. Memperoleh visualisasi penjadwalan pekerjaan struktur proyek Gedung X.
- c. Mengestimasi biaya proyek Gedung X dengan menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) 5D.
- d. Memperoleh selisih antara RAB model *Cubicost* dan RAB proyek serta faktor penyebab terjadinya selisih RAB.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

- a. Pemodelan dilakukan dengan meninjau proyek Gedung X yang merupakan gedung perkuliahan 9 lantai di Yogyakarta.
- b. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Tekla Structures* 2021, *Cubicost* TRB C-III, dan *Cubicost* TAS C-III.
- c. Pemodelan dilakukan hanya pada struktur proyek yang terdiri dari pondasi, *tie beam*, kolom, *shear wall*, balok, dan pelat lantai.
- d. Penelitian ini dilakukan terhadap kinerja waktu (penjadwalan) dan biaya.
- e. Implementasi BIM 5D pada penelitian ini dilakukan sampai pada volume.
- f. Penelitian ini tidak melakukan perhitungan analisis pembebanan.
- g. Penelitian ini tidak meninjau kebutuhan alat berat, material, dan pekerja.
- h. Perhitungan total estimasi biaya hanya dilakukan pada struktur pondasi, *tie beam*, kolom, *shear wall*, balok, dan pelat lantai.
- i. Perhitungan estimasi biaya dilakukan menggunakan *Microsoft excel* berdasarkan volume yang diperoleh dari pemodelan *Cubicost*.

1.5 Manfaat

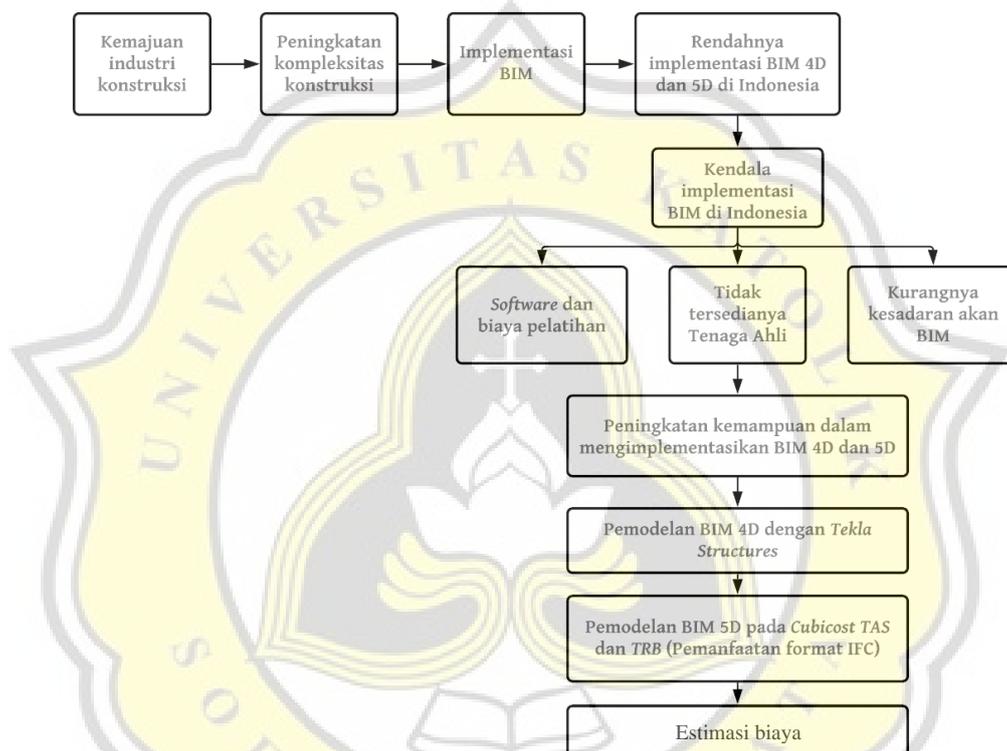
Dengan adanya visualisasi penjadwalan dalam bentuk animasi diharapkan dapat mengurangi terjadinya risiko perubahan desain di fase konstruksi yang dapat menyebabkan keterlambatan dan bertambahnya biaya. Pemodelan BIM 4D dan 5D



ini juga memaksimalkan fungsi kolaborasi antar *platform* BIM yang implementasinya diharapkan dapat mengefisiensi waktu kerja.

1.6 Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka dapat disusun kerangka pikir penelitian yang diperlihatkan pada Gambar 1.7.



Gambar 1.7 Kerangka Pikir Penelitian

Sesuai dengan Gambar 1.7, kemajuan industri konstruksi berdampak pada meningkatnya kompleksitas suatu proyek. Peningkatan kompleksitas proyek menjadi alasan perlunya solusi teknologi di dunia konstruksi yaitu BIM. Namun BIM khususnya 4D dan 5D dalam implementasinya di Indonesia masih tergolong rendah. Rendahnya implementasi BIM 4D dan 5D disebabkan oleh beberapa faktor seperti *software* dan biaya pelatihan, ketersediaan tenaga ahli, dan tingkat kesadaran BIM. Dalam mengatasi permasalahan ketersediaan tenaga ahli, maka perlu dilakukan upaya peningkatan kemampuan implementasi BIM 4D dan 5D. Peningkatan kemampuan implementasi BIM untuk membentuk tenaga ahli dapat dilakukan dengan memperbanyak literatur mengenai pemodelan BIM 4D dan 5D.



Pemodelan BIM 4D dilakukan dengan menggunakan aplikasi berbasis BIM seperti *Tekla Structures* dan pemodelan BIM 5D menggunakan *Cubicost* dilakukan dengan memanfaatkan kolaborasi antar aplikasi menggunakan format IFC agar waktu pekerjaan menjadi lebih singkat.

1.7 Sistematika Penulisan Penelitian

Laporan penelitian disusun dengan sistematika penulisan seperti di bawah ini:

Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, kerangka pikir penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi teori – teori terkait subjek permasalahan yang dianalisis dalam penelitian. Permasalahan yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah mengenai implementasi BIM 5D dalam pemodelan struktur Proyek Gedung X.

Bab 3 Metode Penelitian

Bab 3 pada laporan penelitian ini meliputi metode yang digunakan dalam penelitian, tahapan yang harus dilaksanakan untuk mencapai tujuan penelitian, penjabaran mengenai data - data yang digunakan dalam penelitian, serta penjabaran alat yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Pada tahapan ini diberikan penjabaran mengenai *input* dan *output* dari penelitian yang akan dilakukan.

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 merupakan bagian akhir yang mencakup kesimpulan yang diperoleh dari penelitian serta saran – saran yang dapat digunakan pada penelitian selanjutnya.