

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Dasar Teori**

##### **2.1.1 Tahap Pembangunan Konstruksi**

Setiap proyek konstruksi tentu memiliki suatu tujuan dengan cara efektif dan efisien sehingga memerlukan sistem manajemen yang baik didalamnya. Efektif dan efisien yang dimaksud adalah sebuah manajemen yang dapat membantu dari setiap tahapan yang ada dalam konstruksi tersebut. Tahapan-tahapan ini yang dapat membantu dan menguntungkan proyek konstruksi tersebut untuk mencapai tujuan yang efektif dan efisien (Ervianto, 2005).

##### **2.1.1.1 Tahap Studi Kelayakan (*Feasibility Study*)**

Dalam pembangunan konstruksi terdapat faktor dan risiko yang perlu dihadapi sehingga perlu mempertimbangkan tujuan dan gagasan pelaksanaan sebuah proyek pembangunan konstruksi yang dapat diwujudkan dan dapat diterima sebagai bentuk pertimbangan studi kelayakan. Aspek-aspek yang dapat dipertimbangkan di antara lain aspek perencanaan dan perancangan, aspek ekonomi, maupun aspek lingkungan pada proyek pembangunan konstruksi tersebut. Kegiatan yang dilaksanakan pada tahap studi kelayakan ini antara lain (Dipohusodo, 1995) :

1. Menyusun rencana dan rancangan proyek pembangunan konstruksi secara kasar dan estimasi biaya serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek pembangunan konstruksi tersebut.
2. Menganalisa kelayakan ekonomi dan finansial pada proyek tersebut.
3. Mempertimbangkan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) pada proyek yang akan dilaksanakan.

#### **2.1.1.2 Tahap Perencanaan (Design)**

Tahap perencanaan atau tahap desain ini memiliki fungsi sebagai kelengkapan penjelasan suatu proyek dan menentukan tata letak, rancangan, metode pembangunan konstruksi dan taksiran biaya yang dibutuhkan dengan maksud mendapatkan kesepakatan dengan pemilik proyek maupun pihak yang terlibat pada proyek tersebut. Tahapan ini diperlukan sebagai mempersiapkan informasi jalannya pelaksanaan proyek yang meliputi gambar rencana atau gambar kerja yang menjadi acuan tahap pelaksanaan, spesifikasi yang dibutuhkan dan dokumen tender.

#### **2.1.1.3 Tahap Pengadaan/Pelelangan (Tender)**

Pada tahap pengadaan atau pelelangan (*tender*) ini bertujuan untuk menunjuk kontraktor atau pihak yang menjadi pelaksana atau sejumlah subkontraktor yang akan melaksanakan tugas pembangunan proyek tersebut. Pada tahap ini kegiatan yang harus dilakukan adalah prakualifikasi setiap pihak kontraktor maupun sejumlah subkontraktor yang akan ditunjuk melaksanakan tugas serta pemberian dokumen kontrak.

#### **2.1.1.4 Tahap Pelaksanaan Proyek (Construction)**

Pengimplementasian dari tahap perencanaan yang berawal dari konsep hingga gambar kerja, spesifikasi perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan ada pada tahap pelaksanaan ini akan mewujudkan suatu proyek yang telah dirancang dan direncanakan. Kegiatan koordinasi pada tahap pelaksanaan ini mengkoordinasikan seluruh kegiatan pembangunan kepada kontraktor dan subkontraktor yang sudah terpilih untuk mengerjakan tugas sesuai perencanaan dan pengendalian terhadap jadwal waktu pelaksanaan, organisasi lapangan, tenaga kerja serta perencanaan dan pengendalian peralatan dan material yang dibutuhkan pada proyek tersebut.

### **2.1.1.5 Tahap Operasional dan Pemeliharaan (*Operation and Maintenance*)**

Untuk menjamin kesesuaian bangunan dengan kesepakatan yang telah disepakati oleh pemilik proyek dengan dokumen kontrak, tahap pemeliharaan dan penggunaan ini membuat catatan mengenai konstruksi proyek yang telah dibangun apakah bangunan ini telah dilaksanakan dan dikerjakan sesuai dengan bagaimana semestinya. Kegiatan ini melakukan pencatatan yang di antara lain:

1. Mempersiapkan data-data proyek yang telah dibangun dan mempersiapkan gambar pelaksanaan atau gambar aktualisasi proyek (*as built drawing*).
2. Meneliti struktur dan hasil akhir bangunan serta memperbaiki bagian-bagian yang masih ada kerusakan.
3. Mempersiapkan pedoman pemeliharaan.

### **2.1.2 Definisi Tahap Pelaksanaan Proyek (*Construction*)**

Menurut Ervianto (2005) dalam penelitian (Setiadi, 2009) pelaksanaan proyek merupakan peran terpenting untuk merealisasikan kegiatan-kegiatan suatu pembangunan konstruksi. Suatu organisasi yang menaungi, membiayai, merancang, serta melaksanakan pembangunan proyek konstruksi merupakan faktor-faktor dari pelaksanaan proyek konstruksi. Salah satu organisasi/badan pada tahap pelaksanaan ialah kontraktor yang memiliki di antara lain sebagai inspektor, dengan bentuk kerja salah satunya ialah mengkoordinasi, pengendalian proyek serta menghindari kesalahan yang mungkin terjadi didalam suatu proyek tersebut. Tahap pelaksanaan proyek konstruksi terbagi menjadi 4 tahap, yaitu sebagai berikut (Belferik, et al., 2023):

1. Tahap konstruksi pra kontrak, pada tahap ini merupakan tahap pertama yang dilakukan pada mulainya konstruksi. Pada tahap ini, dilakukan penentuan kegiatan konstruksi serta biaya yang diperlukan oleh pemilik proyek serta membuat kontrak dengan pihak-pihak yang lain yang akan terlibat di dalam proyek,

seperti konsultan desain, konsultan survei, dan sebagainya. Pada tahap ini juga dilakukan persiapan dokumen kontrak serta tender.

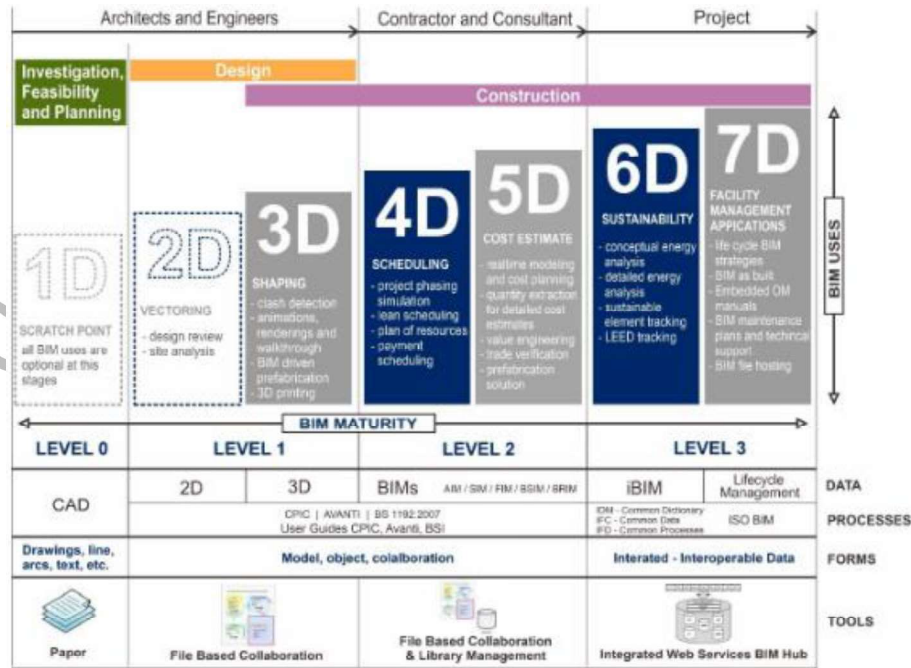
2. Tahap penandatanganan kontrak konstruksi, pada tahap ini dilakukan penandatanganan dokumen kontrak yang telah dipersiapkan pada tahap sebelumnya. Tahap ini dilakukan agar proyek konstruksi terlaksana dengan efektif serta efisien. Selain itu setelah penandatanganan dilanjutkan dengan mobilisasi yang telah disepakati oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kontrak pasca konstruksi, pada tahap ini dilakukan pemenuhan kewajiban hukum yang telah dijanjikan pada kontrak, penyediaan layanan, serta masa pemeliharaan setelah proses konstruksi selesai

### **2.1.3 Sistem Pemrograman *Building Information Modeling* (BIM)**

Dalam langkah pengembangan dunia konstruksi serta memberikan manajemen tahap perencanaan yang lebih baik di bidang pembangunan konstruksi, maka perlu adanya pembaharuan pada sistem pemrograman yang digunakan. Salah satu dari sistem pemrograman yang dapat membantu pengguna agar lebih efektif dan efisien dalam tahap perencanaan yaitu menggunakan sistem pemrograman *Building Information Modeling*. BIM merupakan singkatan dari *Building Information Modeling* ialah suatu media atau sistem pemrograman yang dapat menafsirkan suatu karakter fisik dan karakter fungsional suatu desain (objek desain BIM), selain itu BIM dapat memberikan informasi mengenai elemen-elemen bangunan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan sejak konsep demolisi (Kusumartono, Krisbandono, & Indraprastha, 2018).

*Building Information Modeling* (BIM) merupakan sebuah platform yang digunakan untuk merencanakan suatu pekerjaan konstruksi dengan sebuah media gambar dalam model 3 dimensi yang interaktif dan kolaboratif. BIM memungkinkan para profesional bidang konstruksi untuk memvisualisasikan dalam program komputer untuk memperlihatkan dan menjelaskan keseluruhan

aspek yang ada dalam perencanaan suatu bangunan tersebut secara detail dan terorganisir. Dengan BIM, suatu perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi dapat mengoptimalkan desain, menganalisis kemungkinan terjadinya kesalah risiko dan dapat meningkatkan kinerja proyek konstruksi (Prihartanto, 2023).



Gambar 2. 1 Penerapan BIM 1D - 7D (Direktorat Jendral Bina Marga, 2020)

Pada Gambar 2.1 menjelaskan bentuk efektivitas serta efisiensi yang dapat diberikan dari penggunaan sistem pemrograman BIM hingga 7 dimensi. Dalam sistem ini, pengguna akan diuntungkan dalam efisiensi waktu, biaya serta meminimalisir terjadinya risiko konstruksi saat tahap perencanaan maupun tahap pelaksanaan. Hal tersebut merupakan manfaat utama penerapan teknologi sistem pemrograman BIM untuk revolusi industri digitalisasi dalam mendukung teknologi konstruksi 4.0.

### 2.1.4 Teknologi *Augmented Reality* (AR)

Teknologi berbasis *Augmented Reality* cukup asing terdengar di masyarakat. *Augmented Reality* ini terdengar seperti menempuh masa depan sehingga banyak perusahaan yang berlomba-lomba untuk mengembangkan teknologi ini. AR yang merupakan singkatan dari *Augmented Reality*

merupakan teknologi yang dapat memproyeksikan suatu objek secara langsung (*real time*) secara digital yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. *Augmented Reality* memberikan suatu pengalaman secara langsung bagi pengguna untuk melihat objek maya 2 dimensi atau 3 dimensi yang diproyeksikan terhadap dunia nyata berskala 1: 1 (Susantyono, 2022).

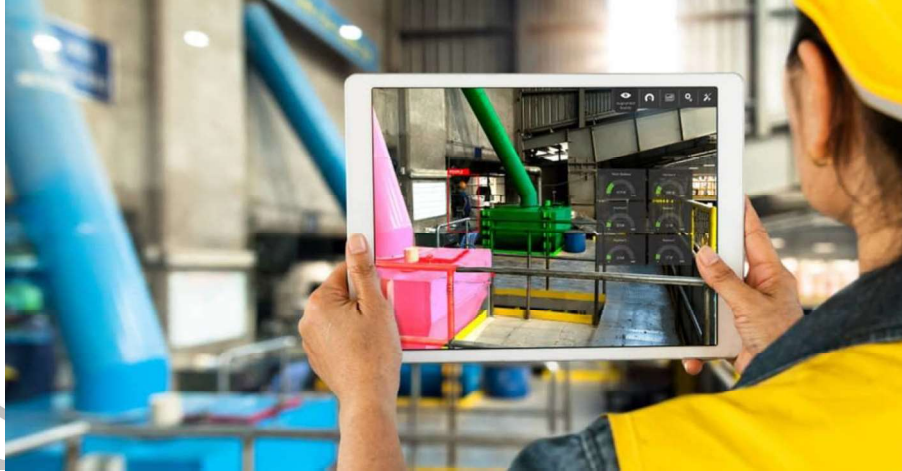
Teknologi AR merupakan teknologi yang selalu dikembangkan keefektifan lingkup pekerjaannya guna dapat mengoptimalkan pekerjaan dalam bidang tersebut. Dengan kemudahan penggunaan AR serta dapat menampilkan suatu objek atau dunia virtual ke dalam tampilan dunia nyata secara *real time*, teknologi AR ini sedang dikembangkan pada untuk membantu dalam bidang seperti militer, industry, hiburan hingga pekerjaan lapangan (Kamelia L. , 2015). *Augmented Reality* didefinisikan sebagai penyatuan antara benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata yang berjalan secara interaktif, dimana

- benda maya terintegrasi dalam *physical world* atau dunia nyata (Ronald, Y, & S, 2001).

*Augmented Reality* bertujuan untuk menyederhanakan berbagai macam hal yang dapat memberikan kemudahan bagi si pengguna. AR dapat memberikan atau membawakan informasi virtual atau digital menjadi lebih efektif dan efisien (Elisa Usada, 2014:83). Menurut Stephen Cawood & Mark Fiala dalam bukunya yang berjudul *Augmented Reality: a practical guide*, mendefinisikan bahwa teknologi *Augmented Reality* merupakan data serta informasi yang dapat berinteraksi dengan manusia, dengan dipadukannya *metaverse world* atau dunia visual dengan dunia nyata, pengguna teknologi AR akan merasakan sebuah kelebihan dalam mendeteksi serta mengkonfirmasi suatu pekerjaan dengan lebih baik dan efisien.

Pengguna dapat berinteraksi dalam bentuk digital (visual) dengan adanya bantuan teknologi *Augmented Reality*. Teknologi ini dapat memberikan informasi-informasi dari elemen-elemen dalam data yang telah terintegrasi oleh *Augmented Reality* dengan objek yang ada di lingkungan sekitar secara nyata dan *real-time* (Fernando, 2013). *Augmented Reality* memungkinkan pekerjaan yang lebih efektif di sektor konstruksi sipil yang membutuhkan informasi dan dokumen secara akurat, baik di lapangan proyek maupun di

kantor akan terasa lebih kompleks, data informasi yang diberikan oleh sistem BIM akan sangat diuntungkan jika dihubungkan dengan teknologi *Augmented Reality* (Schall, D., & S., 2010).



Gambar 2. 2 *Augmented Reality* (Iptek.co.id, 2017)

*Augmented reality* dapat menyederhanakan pekerjaan yang kompleks dengan memberikan pengintegrasian model geospasial dalam bentuk 3D dan memberikan tanggapan secara langsung kepada pengguna dalam pengambilan data, koreksi data dan survei di lapangan. Peningkatan akurasi dalam membaca lokasi serta memvisualisasikan informasi yang tidak dapat dilihat secara konvensional menjelaskan penggabungan antara BIM dan AR merupakan metode yang berguna di industri konstruksi (Reitmayr, Zollmann, & Schall, 2012).

## 2.1.5 Perangkat Lunak

### 2.1.5.1 Revit Autodesk

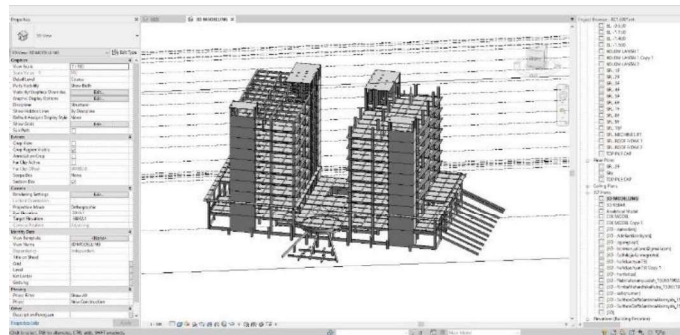
Autodesk telah mengembangkan salah satu program lunak berbasis *Building Information Modeling* yang akhir-akhir ini kerap digunakan karena fitur-fitur serta kegunaannya yang sangat membantu dunia konstruksi (Aniendhita, 2020). Revit dari Autodesk merupakan sebuah sistem pemrograman *Building Information Modeling* yang dapat memproyeksikan serta menghasilkan gambar kerja 2 dimensi maupun 3 dimensi. Revit sendiri pun dapat menerjemahkan suatu volume atau disebut QTO (*Quantity Material Take Off*) yang telah dibuat dan

digunakan dalam data desain sehingga memudahkan untuk mendapatkan volume material yang digunakan pada desain tersebut (Marizan, 2019).

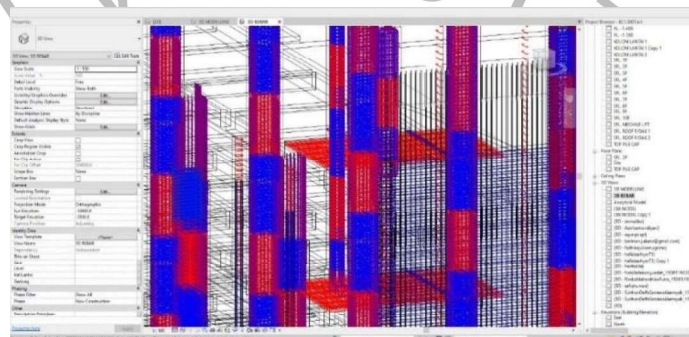
Beberapa tujuan yang diberikan oleh BIM ialah membuat proses pekerjaan pada kegiatan konstruksi menjadi lebih mudah dan terjangkau dalam waktu. Terdapat beberapa keuntungan dan manfaat bila menggunakan pemodelan berbasis BIM, seperti peningkatan efektivitas dan akurasi melalui koordinasi antara *stakeholder* yang terlibat dalam konstruksi, proses pemodelan desain konstruksi menjadi lebih jelas dan meminimalisir kesalahan kerja yang kerap terjadi selama proses perencanaan dan pelaksanaan desain konstruksi (Soemardi, 2014). Menurut Apriyani (2019) BIM merupakan salah satu kombinasi dari kemajuan teknologi digital dan ilmu pengetahuan yang dapat digunakan oleh berbagai pihak konstruksi untuk meminimalisir kesalahan kerja, mengurangi *conflict* antar *stakeholder* serta meningkatkan daur ulang serta meminimalisir sumber daya manusia. Menurut Handbook BIM (2008), *Building Information Modeling* (BIM) dapat membantu dan meningkatkan praktik bisnis di bidang AEC (*Architecture, Engineering, and Construction*) dan *facility management*.

Dikembangkan oleh Charles River Software pada tahun 1997, Autodesk Revit adalah aplikasi berbasis model informasi bangunan yang diubah namanya menjadi Revit Technology Corporation pada tahun 2000. Pada tahun 2002, Autodesk membeli Revit *Technology Corporation*. Autodesk Revit adalah program yang memungkinkan pengguna untuk merancang komponen bangunan secara 3D sekaligus 2D dan mengakses informasi bangunan dari *data base* yang ada pada model bangunan. Program ini juga memungkinkan pengguna untuk merencanakan dan melacak berbagai macam siklus hidup bangunan, mulai dari perencanaan hingga proses pembongkaran.

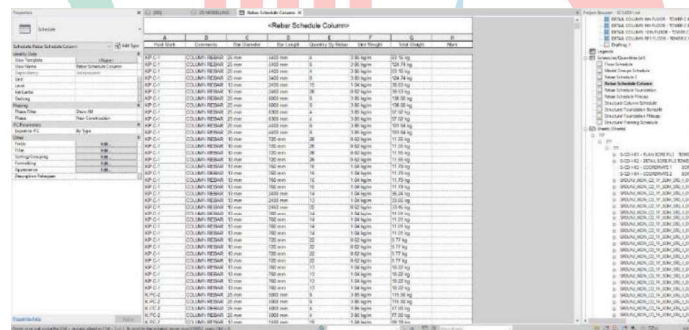




Gambar 2. 3 Desain 3 Dimensi Revit Autodesk (Dokumen Proyek, 2023)



Gambar 2. 4 Desain Rebar Revit Autodesk (Dokumen Proyek, 2023)



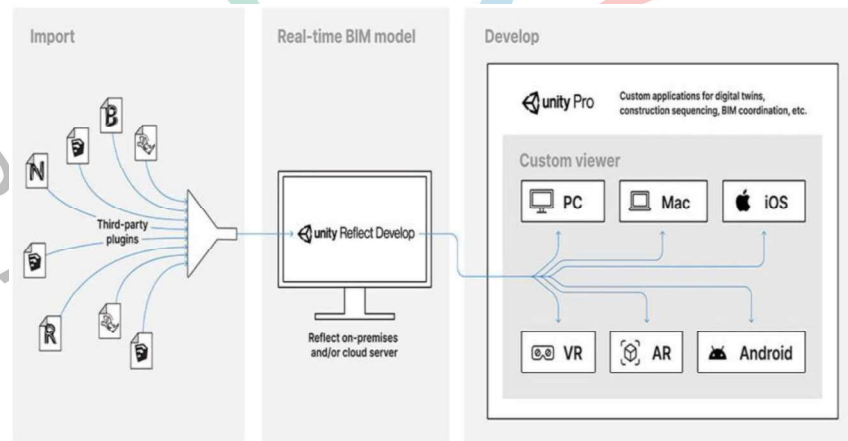
Gambar 2. 5 Volume Schedule Quantity Revit Autodesk (Dokumen Proyek, 2023)

Berdasarkan Gambar 2.3 menunjukkan contoh desain yang dihasilkan oleh perangkat lunak Revit Autodesk secara visual 3 dimensi secara penuh sesuai dengan disiplin yang telah ditentukan. Gambar 2.4 memperlihatkan material besi tulangan yang diterapkan pada desain 3 dimensi, sehingga setiap desain pada gambar kerja 3 dimensi memiliki karakteristik dan spesifikasi yang berbeda dari setiap besi tulangan yang dipakai. Gambar 2.5 menjelaskan volume dari sebuah material yang digunakan dalam desain 3 dimensi, dengan contoh besi tulangan yang terpakai pada desain

dengan ketentuan dan spesifikasi yang berbeda tertera dengan jelas pada fitur *Volume Schedule Quantity*.

### 2.1.5.2 Unity Reflect

Menurut (Corke, 2019) yang dilansir pada laman AEC MAGAZINE menjelaskan bahwa pada tahun 2018, Autodesk dan Unity telah mengumumkan persetujuan pada pengintegrasian data yang lebih baik dan efisien antara produk Autodesk tertentu dengan platform pengembangan 3 dimensi secara waktu yang bersamaan atau *real-time unity*. Saat Unity Reflect Develop diluncurkan pada tahun 2019, Unity Reflect dapat memberikan peran positif yang dapat menyederhanakan serta mengintegrasikan data pada salah satu perangkat lunak berbasis BIM dari Autodesk yaitu Revit. Koneksi antara data serta informasi terhubung dengan baik antara BIM dan Unity Reflect Develop secara waktu yang bersamaan. Unity Reflect Develop merupakan *plug in* atau *extension* pada perangkat lunak Revit Autodesk sebagai *frameworks* penampung data dan informasi metadata BIM sebelum memasuki tahapan proyeksi *Augmented Reality*.



Gambar 2. 6 Integrasi Data Perangkat Lunak Unity (Unity,2022)

Berdasarkan Gambar 2.6 Unity Reflect Develop dapat menerima data integrasi dari beberapa perangkat lunak dengan berbasis BIM yang di antara lain adalah Revit Autodesk, Navisworks Manage, Sketchup, Rhino serta Autodesk BIM 360. Unity Reflect merupakan kerangka kerja yang

memungkinkan *engineer* atau drafter dalam suatu pekerjaan arsitektur dan teknik dapat menghasilkan pekerjaan yang interaktif dan imersif yang terhubung dan terintegrasi sesuai moden desain yang asli. Berikut merupakan beberapa kegunaan Unity Reflect:

1. Unity Reflect memungkinkan untuk seluruh pengguna dalam suatu lingkup pekerjaan saling terhubung dan terkoneksi dalam suatu platform imersif, kolaboratif, waktu serta lokasi mereka. Sehingga dengan pekerjaan yang dikolaborasikan dengan waktu yang akurat atau *real time submission* dapat menghemat waktu pekerjaan,
2. Pengembangan platform Unity Reflect pada saat ini telah dapat dikolaborasikan dengan penggunaan perangkat lunak berbasis BIM. Unity Reflect Develop dapat digunakan untuk melakukan *customize* atau disesuaikan dalam suatu desain yang dapat mengatasi masalah pada suatu pemodelan bangunan dan infrastruktur. Kustom BIM yang diberikan Unity Reflect Develop dapat mencakup dalam pembuatan alur kerja, mengintegrasikan pemodelan BIM dengan perangkat lunak lain dan mengotomatiskan tugas yang berulang.
3. Unity Reflect telah menyajikan fitur plugin atau *extension* yang dapat diproses pada perangkat lunak Revit Autodesk berbasis BIM. Manfaat dari plugin ini ialah memudahkan drafter atau desainer untuk memberikan visualisasi serta proyeksi ke dalam tampilan *Augmented Reality* dan *Virtual Reality*. Tampilan serta proyeksi AR dan VR ini dapat membantu meningkatkan visualisasi desain dan kolaborasi antar tim yang berbeda.

## **2.2 Metode Likelihood**

Metode *Likelihood* merupakan salah satu metode untuk menafsirkan atau mengestimasi parameter yang tidak diketahui dalam suatu pengolahan, Dalam proses pengolahan, metode ini berupaya menemukan nilai estimator terhadap parameter yang dapat memaksimalkan sesuatu objek dengan fungsi *likelihood*.

Fungsi metode ini sendiri merupakan fungsi yang menghasilkan hasil seberapa mungkin suatu sampel data diperoleh dari suatu populasi dengan parameter tertentu (Qomarudin, 2012).

Pengolahan hasil data menggunakan metode *likelihood* ini untuk menaksirkan kecenderungan terhadap parameter ide pokok tertentu yang berawalkan data dari populasi tertentu. Menggambarkan suatu kegunaan dan fungsi yang cenderung efektif, optimal, ataupun efisien terhadap kegunaan yang dijadikan pengolahan dalam *likelihood*. Metode *likelihood* dapat digunakan dalam berbagai bidang, baik statistika, ekonomi, dan ilmu sosial (Qomarudin, 2012).

### 2.3 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelitian terdahulu dijadikan referensi untuk menyelesaikan penelitian ini :

1. Penelitian Ziwen, L., Yujie, L., & Lu, C. P. (2019) dengan judul "***A Review and Scientometric Analysis of Global Building Information Modeling (BIM) Research in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry***". Sistem *Building Information Modeling* telah berperan aktif dalam industri arsitektur, teknik dan konstruksi. BIM memberikan manfaat dan momentum pada dunia konstruksi, daya tarik yang diberikan oleh BIM sangat dicari dan dibutuhkan bagi para insinyur atau *engineer* guna menghasilkan manajemen konstruksi yang efisien dan efektif.
2. Penelitian Shakil Ahmed, Md. Mehrab Hossain, & Md. Ikramul Hoque (2017) dengan judul "***A Brief Discussion on Augmented Reality and Virtual Reality in Construction Industry***". Memperkenalkan teknologi canggih yaitu *Augmented Reality* dan *Virtual Reality* pada dunia konstruksi. AR dan VR ini dapat memproyeksikan secara nyata dan langsung serta berskala 1:1 di lokasi dunia nyata. AR dapat membantu manajemen proyek di berbagai sektor dan VR dapat memberikan pengalaman visualisasi secara langsung.
3. Penelitian Stefanie Zollmann (*Member of IEE*), Christoff Hoppe, Stefan Kluckner (*Member of IEE*), dkk (2014) dengan judul "***Augmented Reality for Construction Site Monitoring and Documentation***". Literasi ini

memiliki tujuan untuk menjelaskan secara lebih terperinci untuk memvisualisasikan data, informasi dan berinteraksi dengan teknologi *Augmented Reality* untuk kemajuan industri konstruksi di masa yang mendatang.

4. Penelitian Patrick Dallasega, Andrea Revolti, Felix Schulze dan Martin Martinelli (2021) dengan judul "*Augmented Reality to Increase Efficiency of MEP Construction : A Case Study*". Penelitian ini menunjukkan manfaat yang diberikan oleh *Augmented Reality* secara terukur dalam keefisienan dalam waktu saat eksekusi pelaksanaan konstruksi. Literasi ini memberikan harapan di masa depan agar dunia konstruksi dapat mengembangkan dan mengimplementasikan teknologi *Augmented Reality* sebagai metode yang dapat memberikan manfaat dalam pekerjaan proyek.

● 5. Penelitian Zhou, H., Wang, H., & Zeng, W. (2018) dengan judul "*Smart construction site in mega construction projects: A case study on island tunneling project of Hong Kong-ZhuhaiMacao Bridge*". Memperkenalkan metode *smart construction* yang memberikan manfaat besar pada ruang lingkup konstruksi. Penggunaan metode *smart construction* yang didukung dengan perangkat lunak yang memadai dan pekerjaan kolaboratif akan menghasilkan manajemen pekerjaan yang baik.