

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era revolusi industri 4.0, kebutuhan teknologi pada industri konstruksi menjadi suatu hal yang tidak dapat dihindari. Proyek konstruksi di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat dan dapat berjalan lebih mudah apabila memanfaatkan teknologi dengan baik (Latiffii dkk., 2013).

Manajemen proyek merupakan suatu kegiatan yang mengatur pelaksanaan proyek untuk semua proses maupun tahapan dan mengatur pula pengaruh dari dampak kegiatan tersebut terhadap lingkungan sehingga menghasilkan pembagunan yang optimal. Tahapan – tahapan yang dimaksud meliputi perencanaan, pelaksanaan, pengawasan serta uji coba penyerahan . Adanya manajemen konstruksi menjamin pelaksanaan suatu proyek dari segi waktu, biaya, dan mutu dengan perencanaan, pengendalian, dan koordinasi dari awal (*gagasan/ide*) hingga berakhirnya suatu proyek. Manajemen konstruksi ini bertujuan untuk mengelola dan mengatur pelaksanaan konstruksi sehingga diperoleh hasil yang maksimal dan sesuai dengan persyaratan (*specification*). Dalam mencapai tujuan tersebut maka dari pihak pihak yang terlibat dalam suatu proyek seperti pengawasan mutu (*Quality Control*), pengawasan waktu (*Time Control*), dan pengawasan penggunaan biaya (*Cost Control*) harus dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan agar meminimalisir kesalahan pada proyek.

Semakin kompleksnya suatu pekerjaan di konstruksi menyebabkan banyaknya konflik atau permasalahan antar *stakeholder* dalam proyek tersebut. Hal ini menyebabkan kurang efektifnya waktu, biaya, material, dan sumber daya manusia. Maka dari itu, seiring dengan berkembangnya zaman banyak inovasi terkait teknologi konstruksi salah satunya *Building Information Modelling* (BIM) sebagai sebuah metode modern dalam menganalisa konstruksi dalam 3D sampai dengan 8D yang digunakan untuk mempermudah dalam proses mekanisme perhitungan volume, jadwal, biaya dan juga bertujuan untuk meminimalisir penyimpangan yang terjadi lebih lanjut dijelaskan pada bab 2. *Building Information Modeling* (BIM) adalah suatu konsep teknologi yang berbasis 3D. Sesuai dari namanya BIM ini berisikan semua data dan informasi tentang *object* konstruksi yang sebenarnya, selain itu BIM juga dapat memvisualisasikan nyata tentang apa yang dibangun dan mengimplementasikan

secara nyata di lapangan. Dengan demikian kesalahan diawal proyek bisa dideteksi dan dicegah sehingga proses pekerjaan konstruksi mejadi lebih efektif dan efisien.

Melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pedoman Pembangunan Gedung Negara di Indonesia, menegaskan penggunaan BIM walau masih dalam lingkup terbatas yang antara lain berbunyi : “Penggunaan *Building Information Modelling* (BIM) wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m2 (dua ribu meter persegi) dan diatas 2 (dua) lantai.

Teknologi BIM dapat berguna untuk meningkatkan keuntungan dan membantu para *engineer* dalam merencanakan *smart building* serta dapat menambah efektifitas dan efisiensi dalam pembangunan konstruksi. Selain itu, menurut Modul 5 Pelatihan BIM PUPR (2018), adanya BIM dapat mempermudah pelaksanaan pekerjaan konstruksi seperti keterlambatan waktu.

Software yang berbasis BIM salah satunya adalah Autodesk Revit. Autodesk Revit merupakan *software* yang membatu metode *Building Information Modeling* (BIM) untuk memodelkan informasi konstruksi gedung, struktur, arsitektur, hingga MEP (Chunaifi, 2022). Pada Autodesk Revit ini dapat menghasilkan (*output*) berupa *Design Model 3D Structure, Design Model Architecture, Design Instalasi MEP*, membuat perhitungan volume dan *schedule* (Raditya dkk., 2018).

Dalam prinsip pengimplementasian BIM dapat meningkatkan angka efisiensi terhadap waktu, sumber daya manusia, dan biaya. Seperti hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Cinthia (2016) yang berjudul Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, dan Sumber Daya Manusia Antara Teknologi Building Information Modelling (BIM) dan Konvensional membuktikan bahwa Teknologi BIM menghemat waktu perencanaan sebesar 50%, meminimalisir sumber daya manusia sebesar 26,66% dan menghemat waktu pengeluaran biaya sebesar 52,25%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat efisiensi menggunakan Teknologi BIM berpotensi sangat tinggi bahkan melebihi setengah dari pembiayaan yang direncanakan, oleh karena itu Teknologi BIM diharapkan dapat menjadi alternatif atau menjadi solusi untuk efisiensi dan efektifitas pekerjaan konstruksi.

Apriansyah (2021) dalam penelitian yang berjudul Implementasi Konsep Building Informaion Modeling (BIM) dalam Estimasi *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Struktural memiliki hasil penelitian perbandingan dengan cara konvensional dan

Teknologi BIM yang signifikan. Penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi BIM yang lebih tinggi. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan melakukan penelitian dengan judul “Efisiensi Menggunakan Teknologi *Building Information Modelling (BIM) Dengan Autodesk Revit* dalam Pekerjaan Rusun Kejaksaaan Tinggi Sumatera Barat”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalahnya sebagai berikut :

1. Bagaimana proses pemodelan struktur menggunakan *Building Information Modelling (BIM) software Autodesk Revit* pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rusun Kejaksaaan Tinggi Sumatera Barat.
2. Bagaimana Tingkat efisiensi dan akurasi menggunakan *Building Information Modelling (BIM) software Autodesk Revit* terhadap Pelaksanaan pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rusun Kejaksaaan Tinggi Sumatera Barat.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Implementasi Teknologi *Building Information Modelling (BIM) software Autodesk Revit*.
2. Melakukan Perhitungan Quantity Take Off dan Perhitungan RAB.
3. Menganalisa Efisiensi dan Keakuratan Penggunaan Teknologi *Building Information Modelling (BIM) software Autodesk Revit* terhadap Volume dan Biaya.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penulis membatasi permasalahan yang akan diteliti agar lebih terarah, adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Bangunan yang akan diteliti terdapat pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rusun Kejaksaaan Tinggi Sumatera Barat.
2. Objek penelitian yaitu pemodelan, perhitungan volume dan Biaya struktur Rusun Kejaksaaan Tinggi Sumatera Barat.
3. Pemodelan hanya menggunakan Software Autodesk Revit 2024 sampai 3D saja.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pentingnya konsep *Building Information Modeling* (BIM) dalam pemodelan pekerjaan struktural yang efektif dan akurat.
2. Memberikan wawasan tentang keuntungan BIM di era *Revolution Industri* 4.0.
3. Memenuhi tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang dasar-dasar *Building Information Modeling* (BIM).

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang metodologi, berisi tentang tahapan persiapan, diagram penelitian dan tahap perencanaan.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang perhitungan dan pembahasan dari data yang telah dikumpulkan sehingga mendapatkan hasil akhir dalam perbandingan anatar quantity struktur revit terhadap konvensional.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil perencanaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yaitu rencana pekerjaan dengan sasaran khusus (pengairan, pembangkit tenaga listrik, dan sebagainya) dan dengan waktu penyelesaian yang tegas. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.16 Tahun 2021 dalam Peraturan Pelaksanaan Undang Undang tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, Konstruksi merupakan Keseluruhan atau sebagian kegiatan yang meliputi pembangunan, pengoperasian, pemeliharaan, pembongkaran dan pembangunan kembali suatu bangunan.

Menurut Kerzner (2009), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (bangunan atau konstruksi) dengan batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi membutuhkan *resources* (sumber daya) yaitu man (manusia), material (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu).

Secara umum proyek konstruksi bidang teknik sipil dapat dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No: 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum pembagian proyek konstruksi yaitu :

1. Proyek Konstruksi Bidang Sumber Daya Air

Proyek Konstruksi bidang Sumber Daya Air merupakan struktur bangunan yang diciptakan untuk pengelolaan, pengembangan, pendayagunaan, dan pemanfaatan sumber daya air. Contoh bangunan perairan ini yaitu bendungan, saluran irigasi, embung, saluran drainase, pelabuhan, dermaga, dan bendung.

2. Proyek Konstruksi Bidang Bina Marga

Konstruksi yang bergerak dibidang bina marga merupakan konstruksi yang merujuk pada pekerjaan jalan, jembatan, dan landasan udara.

3. Proyek Konstruksi Bidang Cipta Karya

Proyek konstruksi bidang cipta karya ini merupakan konstruksi untuk pembangunan berupa gedung dan perumahan. Proyek konstruksi gedung contohnya yaitu berupa bangunan hotel, sekolah, apartemen, gedung olah raga, gedung tempat beribadah, pusat perbelanjaan, kantor dan berbagai

gedung dengan fungsinya baik kepemilikan negara atau pun kepemilikan pihak swasta.

2.1.1 Klasifikasi Bangunan Gedung

Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. (Ditjen Cipta Karya dalam Buku Panduan Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (2018).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 16 Tahun 2021 klasifikasi bangunan Gedung dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Klasifikasi Berdasarkan Fungsi
 - a. Bangunan Komersial
 - b. Bangunan Sarana Kesehatan
 - c. Bangunan Sarana Pendidikan
 - d. Bangunan Tempat Tinggal
 - e. Bangunan Penginapan
 - f. Bangunan Transportasi
 - g. Bangunan Peribadahan
 - h. Bangunan Pemerintah dan Layanan Publik
 - i. Bangunan Budaya dan Hiburan
2. Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Permanensi
 - a. Bangunan Gedung Permanen
 - b. Bangunan Gedung Nonpermanen
3. Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Kompleksitas
 - a. Bangunan Gedung Sederhana
 - b. Bangunan Gedung Tidak Sederhana
 - c. Bangunan Gedung Khusus
4. Klasifikasi Berdasarkan Lokasi
 - a. Bangunan Gedung Lokasi Padat
 - b. Bangunan Gedung Lokasi Sedang

- c. Bangunan Gedung Lokasi Renggang
5. Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Resiko Bahaya Kebakaran
 - a. Bangunan Gedung Tingkat Resiko Kebakaran Tinggi
 - b. Bangunan Gedung Tingkat Resiko Kebakaran Sedang
 - c. Bangunan Gedung Tingkat Resiko Kebakaran Rendah
 6. Klasifikasi Berdasarkan Ketinggian
 - a. Bangunan Gedung Super Tinggi
 - b. Bangunan Gedung Pencakar Langit
 - c. Bangunan Gedung Bertingkat Tinggi
 - d. Bangunan Gedung Bertingkat Sedang
 - e. Bangunan Gedung Bertingkat Rendah
 7. Klasifikasi Berdasarkan Kepemilikan
 - a. Bangunan Gedung Negara
 - b. Bangunan Gedung Selain Milik Negara

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen Proyek adalah perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian kegiatan proyek untuk memenuhi kebutuhan tujuan proyek, Tujuan utama yang harus dipenuhi meliputi kinerja, biaya, dan sasaran waktu, sementara pada saat yang sama mengendalikan atau mempertahankan ruang lingkup proyek pada tingkat yang benar (Lewis, 2007).

Menurut Knutson dan Bitz (1991) bahwa manajemen proyek adalah sekumpulan prinsip, metode, alat, dan teknik untuk manajemen yang efektif dari pekerjaan yang berorientasi pada tujuan dalam konteks lingkungan organisasi yang spesifik dan unik.

Menurut Husen (2009:2) dalam Buku Manajemen Proyek Edisi Revisi, manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien.

Manajemen proyek merupakan suatu usaha untuk mengatur dan mengelola sumber daya yang digunakan selama penyelenggaraan proyek agar tujuan kegiatan bisa tercapai dengan tepat sasaran, tepat waktu, tepat biaya, tepat

kualitas dan kuantitas. Dalam suatu proyek sering muncul masalah (*problem*) yang berdampak pada kualitas atau pelaksanaan dari bangunan konstruksi tersebut. Masalah yang sering muncul diantaranya adalah keterbatasan mutu, waktu, dan biaya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan Manajemen Proyek dan sistem organisasi yang benar dan tepat sehingga masalah atau kendala yang sering muncul teratasi serta tujuan dari pelaksanaan proyek dapat tercapai.

Hal penting yang dibutuhkan oleh proyek konstruksi dalam memanajemen proyek yaitu yang biasa disebut 5 (Lima) M konstruksi yaitu *manpower* (tenaga kerja), *machine* (peralatan), *material* (bahan bangunan), *money* (uang), dan *method* (metode pelaksanaan)

2.2.1 Fungsi Manajemen Konstruksi

Sebuah pelaksanaan proyek konstruksi membutuhkan manajemen konstruksi yang sistematis dan terukur, oleh karena itu manajemen proyek memiliki peran penting demi tercapainya proyek konstruksi yang sesuai dengan tujuan. Kusuma Tama, Andhika atc dalam jurnal penelitiannya tentang Analisis Kinerja Manajemen Konstruksi pada Proyek Gedung Digitasi Universitas Negeri Semarang menjelaskan bahwa beberapa fungsi dari manajemen konstruksi dalam pelaksanaan proyek konstruksi :

1. Perencanaan (*Planning*)

Fungsi manajemen konstruksi dalam perencanaan (*Planning*) yaitu menentukan proses yang akan dilaksanakan secara sistematis dan terukur dengan mempertimbangkan sumber daya yang tersedia. Namun terdapat hal yang harus dipertimbangkan dalam sebuah perencanaan diantaranya:

- a. *Specific* yang artinya sebuah perencanaan harus mendetail tidak dijelaskan secara umum namun harus lebih terperinci baik maksud dan tujuan maupun ruang lingkupnya.
- b. *Measurabllle* merupakan perencanaan yang dapat terukur dalam pelaksanaannya.
- c. *Achievable* artinya sebuah perencanaan ini tujuannya dapat dicapai sesuai proses yang telah ditentukan dan bukan sekedar hayalan semata.
- d. *Realistic* merupakan perencanaan yang menyesuaikan dengan sumber daya dan kemampuan yang tersedia.

e. *Time* merupakan perencanaan yang terdapat batas waktu yang terstruktur mulai dari harian, mingguan, bulanan bahkan tahunan. Dengan adanya batas waktu ini presentase sebuah progress akan mudah dievaluasi dengan perencanaan

2. Penstrukturan (*Organizing*)

Manajemen konstruksi berfungsi membuat pengelompokan kegiatan yang akan dilaksanakan dengan menyatukan ide dan gagasan *stakeholder* yang terkait seperti *owner*, konsultan, kontraktor didalam hubungan pelaksanaan konstruksi tersebut untuk mencapai suatu tujuan. Manajemen disini berperan penting sebagai fungsi penstrukturan agar antar organisasi dan sumber daya dapat memenuhi kebutuhan untuk melaksanakan rencana yang sudah ada.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Manajemen konstruksi berfungsi untuk melaksanakan atau mewujudkan bangunan yang telah direncanakan sesuai dengan keinginan pemilik dengan batasan biasa dan waktu sesuai dengan kesepakatan bersama.

4. Pengawasan (*Controlling*)

Fungsi pengawasan dari manajemen konstruksi yaitu berupa *controlling*, koordinasi, dan *supervising*. Pengawasan ini dilakukan agar tidak terjadi penyimpangan penyimpangan saat mewujudkan visi dan misi pada proyek konstruksi.

Dalam mengatur dan pelaksanaan proyek konstruksi terdapat beberapa hal yang paling penting yaitu biaya, mutu dan waktu. Rezza Munawir Manik (2021) dalam Panduan Seminar Nasional Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) Industri Konstruksi untuk Perkembangan Infrastruktur di Sulawesi menuturkan bahwa dalam pelaksanaan proyek konstruksi di Indonesia memiliki kendala atau permasalahan umum proyek konstruksi yaitu :

- a. Lebih dari 60% proyek konstruksi besar gagal memenuhi waktu dan biaya.
- b. 30 % biaya konstruksi terbuang untuk pekerjaan ulang (*rework*).
- c. 55% perbaikan saat pemeliharaan bangunan terhadap masalah berulang.

Kementrian PUPR (2021) terdapat beberapa kendala pembangunan infrastruktur yang dialami oleh PUPR yaitu :

- a. Kesulitan dalam pembebasan lahan
- b. Kondisi sosial dan gangguan keamanan.

- c. *Loan* untuk beberapa proyek terlambat
- d. Kegiatan terlambat karena proses desain yang cukup lama dan perubahan desain ditahun berjalan
- e. Terjadinya bencana alam seperti gempa bumi, banjir, tanah longsor, dan lain sebagainya.
- f. Gagal lelang pada beberapa paket *Multy Years Contract* (MYC) karena salah perijinan, ruas perbatasan, dan *long segment*.

2.2.2 Pengendalian dalam Manajemen Konstruksi

Menjalankan sebuah proyek konstruksi dengan fungsi yang telah sesuai dengan aturan demi mencapai tujuan bersama membutuhkan pelaksanaan yang diatur atau dimanajemen dengan baik. Dalam hal ini terdapat pengendalian agar kesalahan yang mungkin terjadi dapat diminimalisir bahkan dapat dihindari. Jika kesalahan dapat diidentifikasi dari awal maka dapat dilakukan tindakan koreksi. Terlebih dalam hal pembiayaan yang merupakan masalah yang sangat penting dan butuh pengendalian yang sangat baik. Berikut pengendalian yang dibutuhkan dalam memanajemen sebuah proyek konstruksi:

1) Pengendalian Biaya

Pengendalian biaya bertujuan untuk mengetahui besarnya biaya yang telah dikeluarkan, dengan melihat capaian pekerjaan yang efektif dan efisien. Didalam pengendalian biaya ini juga harus mengetahui berapa biaya yang akan dikeluarkan setiap harinya sejalan dengan waktu pekerjaan. Besarnya biaya yang akan dan telah dikeluarkan dapat dibandingkan dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Dan Rencana Anggaran Pelaksanaan Proyek (RAPP) yang sudah ditentukan sejak awal.

Pengendalian biaya ini biasa dilakukan dengan membuat rekapitulasi biaya yang telah dikeluarkan. Pengeluaran seperti pembelian material, upah tenaga kerja, alat dan hal lainnya akan direkapitulasi setiap harinya. Realisasi pemakaian anggaran ini akan dievaluasi secara periodik dan dibandingkan dengan anggaran biaya. Bila terjadi penyimpangan terhadap rencana maka akan di evaluasi penyebab dan bagaimana tindak lanjut yang akan dilaksanakan. Oleh karena itu Rencana Anggaran Biaya yang dibuat sebelum dituangkan dalam petunjuk operasional haruslah bersifat :

- a. Rencana anggaran tidak mengalami perubahan selama proyek itu berjalan.

b. Rencana proyek dapat menjadi landasan bersama semua pihak dalam komunikasi mengenai selama masa kerja proyek.

Dengan adanya sifat-sifat ini dalam rencana anggaran proyek dapat memudahkan semua pihak mengawasi realisasi biaya selama proyek berjalan. Hal ini juga bertujuan untuk mencegah penyimpangan realisasi biaya proyek. Untuk mengendalikan hal tersebut dapat dengan cara menghemat biaya proyek sebagai bentuk disiplin manajemen proyek agar tercapainya pekerjaan yang efektif dan efisien. Pada manajemen proyek perlu adanya pengawasan dan pengendalian seperti :

- a. Jadwal Pembiayaan (*Cash Flow*)
- b. Besarnya keseluruhan biaya proyek.
- c. Perkembangan harga material yang bisa berubah sewaktu waktu.

2) Pengendalian Waktu

Pengawasan dan pengendalian waktu pelaksanaan wajib dilaksanakan agar proyek dapat terlaksana sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Pengendalian waktu dilaksanakan dengan membandingkan hasil pekerjaan lapangan dengan rencana kerja yang telah direncanakan sebelumnya. Suatu proyek membutuhkan pengendalian waktu dengan cara penjadwalan (*schedulling*) yaitu pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan tiap pekerjaan. Penjadwalan ini mengikuti perkembangan pelaksanaan dengan berbagai permasalahan yang ada.

Proses *monitoring* dan *updating* dilakukan untuk memperoleh penjadwalan yang sesuai agar sumber daya dan penetapan waktu tepat sasaran. Adanya penentuan pekerjaan dimulai, pekerjaan yang ditunda dan diselesaikan diatur dalam jadwal yang terstruktur. Manajemen proyek dikatakan baik jika penjadwalan dan sasaran tercapai. Penjadwalan kegiatan mempunyai manfaat sebagai berikut:

- a. Memberikan batas waktu untuk memulai dan batas akhir sebagai acuan dari setiap item pekerjaan.
- b. Bermanfaat sebagai evaluasi kemajuan progres pekerjaan.
- c. Dapat Mengidentifikasi hubungan yang harus diprioritaskan diantara kegiatan.

Dalam pengendalian waktu kita dapat membandingkan kurva S aktual dan Kurva S rencana. Membandingkan keduanya itu bertujuan untuk mengetahui

apakah progress pekerjaan berjalan sesuai dengan rencana, berjalan terlambat dari rencana atau bahkan pekerjaan berjalan lebih cepat dari rencana. Jika telah mengetahui hal ini maka proyek akan menentukan langkah pelaksanaan selanjutnya. Ketika terjadi keterlambatan maka bisa direncanakan bagaimana cara solusi untuk pengendaliannya.

3) Pengendalian Mutu (*Quality Control*)

Pengendalian mutu atau *quality control* merupakan proses atau usaha dalam meninjau kualitas pelaksanaan, hasil produksi, dan pekerjaan telah memenuhi persyaratan mutu yang telah ditentukan. Pengendalian mutu termasuk upaya dalam mengidentifikasi kesalahan pada setiap awal pekerjaan. Kesalahan dalam pengendalian mutu berdampak kepada pelaksanaan yang tidak sesuai dengan kontrak, hal ini merupakan penyimpangan dalam proyek konstruksi dan membuat terjadinya pembengkakan dalam pembiayaan. Oleh karena itu pengendalian mutu sangat penting dalam proyek konstruksi.

2.3 Kuantitas Material Struktur

Struktur bangunan dapat diartikan sebagai bagian-bagian yang membentuk berdirinya sebuah bangunan, mulai dari pondasi, sloof, dinding, kolom, ring, kuda-kuda, dan atap. Kegunaan dari struktur yaitu untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan.

Diperlukan tingkat detail yang tinggi saat menghitung material dalam kuantitas konstruksi. Jika estimator menghasilkan kuantitas secara manual, mereka harus melakukan perhitungan yang rumit. Memberikan kuantitas yang tepat untuk material sangat penting. sehingga penaksir harus terbiasa dengan kondisi konstruksi, bahan yang digunakan, dan pemahaman yang baik tentang proses konstruksi. Poin terakhir ini adalah karena kuantitas juga perlu memasukkan sejumlah bahan tambahan untuk memperhitungkan pemborosan selama proses konstruksi.

Kementrian PUPR (2018) dalam Modul 12 tentang Perhitungan Volume, Analisa Harga Satuan, RAB, dan Spesifikasi Teknis mengungkapkan terdapat beberapa cara perhitungan volume pekerjaan seperti berikut :

1. Pekerjaan dalam satuan panjang – m¹

Volume dalam satuan panjang dihitung berdasarkan panjang konstruksi yang sesuai dengan gambar rencana dalam skala tertentu. Sebagai contoh yaitu pada pengerjaan pemasangan pagar, pemasangan pipa, dan saluran pembuangan.

2. Pekerjaan dalam satuan Luas – m²

Volume pekerjaan dalam satuan luas dihitung berdasarkan luasan tertentu. Volume dihitung dengan rumus luasan sesuai bentuk luas yang dikerjakan apakah berbentuk persegi, persegi panjang, lingkaran dan lain lain. Contoh pekerjaan dengan satuan luasan yaitu pengerjaan pengecatan, pemasangan keramik, dan lain sebagainya.

3. Pekerjaan dalam satuan Volume – m³

Volume pekerjaan menggunakan satuan volume (m³) merupakan pekerjaan yang dihitung berdasarkan ruang / volume tertentu. Contoh pekerjaan volume yaitu galian pondasi, pengecoran, volume dinding, dan lain lainnya.

4. Pekerjaan dalam satuan berat – Kg

Volume pekerjaan dengan satuan berat yaitu pekerjaan yang diukur berdasarkan berat yang digunakan seperti contoh yaitu pekerjaan pembesian yang dihitung per berat dalam Kg.

5. Pekerjaan dalam satuan unit – Bh

Volume pekerjaan berdasarkan jumlah dihitung jumlah yang dibutuhkan dalam sebuah pekerjaan seperti pekerjaan penggunaan alat. Penggunaan alat dihitung dalam unit sehingga dapat dihitung volume pekerjaan berdasarkan produktifitas alat dalam waktu tertentu.

2.4 Building Information Modeling (BIM)

Berdasarkan *BuildingSmart* (sebuah lembaga internasional nonpemerintah yang menjadi rujukan untuk pengembangan BIM), definisi Building Information Modelling (BIM) adalah representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan (atau obyek BIM). Karena itu, di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan, sejak konsep hingga demolisi. Singkatnya BIM adalah pendekatan untuk desain bangunan,

konstruksi, dan manajemen, dimana didalamnya terdapat sistem, pengelolaan, metode atau runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola. (Modul 3 PUPR Tahun 2018).

Kemajuan dunia konstruksi di Indonesia membutuhkan pekerjaan yang efisien dan efektif disegala bidang. BIM yang berperan sebagai suatu sistem atau teknologi informasi yang menggambarkan keadaan utuh dari bangunan konstruksi tanpa harus ada implementasi nyata terlebih dahulu membuat informasi konstruksi mudah untuk dipahami. Terdapat 7 tingkatan dalam pemodelan BIM yaitu :

- 1) 1D (*Plot*) yaitu berupa sebuah titik.
- 2) 2D (*Drawing*) merupakan gabungan dari titik yang membentuk garis dengan ukuran tertentu yang biasanya dituangkan dalam gambar sebuah bangunan.
- 3) 3D (*Digital Model*) merupakan model dimensi yang cerdas yang terdapat sebuah ruang atau volume dari sebuah gambar. Terdapat beberapa aplikasi untuk pemodelan dimensi yang cerdas ini seperti Revit, Cubicost, Tekla, All Plan, Bainly dan banyak software lainnya yang memiliki kelebihan dan kekurangan masing masing.
- 4) 4D (*Schedule*) atau perekaman waktu yang dibutuhkan dalam sebuah proyek pembangunan yang telah dijadikan 3 dimensi.
- 5) 5D (*cost*) ini merupakan perkiraan biaya konstruksi yang telah dijadwalkan dalam 4 dimensi.
- 6) 6D (*Energy Analyze Model*) merupakan ranah untuk pemodelan konsumsi dan pemanfaatan energi dalam sebuah konstruksi.
- 7) 7D (*Facility Management Model*) inilah yang dinamakan aset digital atau pemutakhiran dari metode BIM.

2.5 Sejarah *Building Information Modelling* (BIM)

Software yang mampu merancang bentuk 3D sudah ada sejak tahun 1973, kemudian pada tahun 1975 Eastman memprediksikan bahwa teknologi baru ini mampu membuat industri bangunan jauh lebih efektif. (Janni Tjell, 2010).

Menurut Eastman (1975), konsep BIM ketika pertama kali diluncurkan dengan pendekatan untuk mengubah proses didalam industri bangunan, tetapi tidak ada perubahan dan tidak sesuai dengan prediksi. Perubahan dari teknologi BIM ternyata

menyebabkan perubahan paradigma dan persepsi mendasar bagaimana merancang dan membangun sebuah gedung.

2.6 Manfaat Building Information Modelling (BIM)

Eastman, Chuck dkk., (2008) *Building Information Modeling* (BIM) adalah salah satu perkembangan yang paling menjanjikan dalam industri arsitektur, rekayasa dan konstruksi (AEC). Dengan teknologi BIM model virtual yang akurat dari sebuah bangunan dibangun secara digital. Model yang dihasilkan komputer berisi presisi geometri dan data relevan yang diperlukan untuk mendukung konstruksi, fabrikasi, dan kegiatan pengadaan yang dibutuhkan untuk merealisasikan gedung tersebut.

Berikut Manfaat dari BIM sesuai tahapan pekerjaan sebuah konstruksi :

1) Tahapan Perencanaan

- Mengetahui kelayakan dari perencanaan material yang digunakan.
- Dapat mengimplementasikan gambar 2 dimensi menjadi 3 dimensi yang lebih akurat.
- Dapat mengetahui perkiraan rencana anggaran biaya konstruksi.
- Merencanakan dan mengetahui pemanfaatan energi yang digunakan.

2) Tahapan Pelaksanaan

- Memudahkan koreksi dari perencanaan sebelum pelaksanaan konstruksi.
- Meminimalisir kesalahan pelaksanaan dengan menggunakan sistem monitoring.
- Menjadikan model sebagai acuan dari pelaksanaan pekerjaan.
- Memudahkan manajemen konstruksi dalam pengawasan pelaksanaan konstruksi.

3) Tahapan Pemeliharaan

- Memudahkan deteksi apabila terjadi kendala selama masa konstruksi.
- Mengoptimalkan pengoperasian fasilitas.

BIM pada umumnya digunakan pada tahap perancangan, tahap konstruksi dan tahap pengoperasian (Modul 5 Pelatihan BIM PUPR : 2018). Hal ini bertujuan untuk :

- 1) Memberikan dukungan untuk proses pengambilan keputusan proyek.
- 2) Memvisualisasikan solusi desain

- 3) Mendukung transfer data proyek ke perangkat lunak pengelolaan data selama pengoperasian.
- 4) Antar *stakeholder* memiliki pemahaman yang jelas.
- 5) Mendukung analisis biaya dan siklus hidup proyek.
- 6) Menekan biaya dengan jumlah anggota tim yang lebih sedikit.
- 7) Meminimalisir penggunaan kertas karena interaksi secara digital.
- 8) Kecepatan kerja lebih tinggi karena ketika suatu perubahan dilakukan dalam database secara otomatis akan terkoordinasikan dalam proyek.
- 9) Kualitas lebih tinggi karena adanya perencanaan dan pengelolaan informasi yang terkontrol sehingga membuat proses konstruksi lebih efektif dan efisien.

2.7 Software BIM

Terdapat beberapa *tools* sebagai klasifikasi produk BIM yang mendeskripsikan fungsi utama dalam proses konstruksi mencakup struktur, arsitektur dan MEP bahkan dapat menghitung estimasi biaya dan waktu serta pengelolaan dan pemanfaatan energi. Seperti yang dijelaskan oleh Firman (2021) dalam penjelasan pelatihan tentang Pengaplikasian BIM, klasifikasi BIM terbagi dalam beberapa *tools* berikut yang dijelaskan dalam Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Klasifikasi Software Tools BIM

<i>Name Product</i>	<i>Manufacture</i>	<i>Primary Fuction</i>
<i>Revit Architecture</i>	<i>AAutodesk</i>	<i>Architecture Modeling and Parametric Design</i>
<i>DProfiler</i>	<i>Beck Technology</i>	<i>3D Conceptual Modeling With Real time cost estimating</i>
<i>Sketchup Pro</i>	<i>Google</i>	<i>Conceptual design modeling</i>
<i>ArchiCAD</i>	<i>Graphisoft</i>	<i>Architectual model creation</i>
<i>Tekla Structures</i>	<i>Tekla</i>	<i>A structure 3D model application</i>
<i>Affnity</i>	<i>Trelligence</i>	<i>A 3D model application</i>

		<i>for early concept design</i>
<i>Revit Structure</i>	<i>Autodesk</i>	<i>Structural modeling and parametric design</i>
<i>Fastrak</i>	<i>CSC (UK)</i>	<i>3D Structure Modeling</i>
<i>MEP Modeler</i>	<i>Graphisoft</i>	<i>3D MEP Modeling</i>
<i>HydraCAD</i>	<i>Hydratec</i>	<i>3D Fire sprinkler design and modeling</i>
<i>AutoCAD Civil 3D</i>	<i>Autodesk</i>	<i>Site development</i>
<i>Robot</i>	<i>Autodesk</i>	<i>BI-directional link with autodesk structure</i>
<i>Green Building Studio</i>	<i>Autodesk</i>	<i>Measure energy use and carbon footprint</i>
<i>Energy Plus</i>	<i>U.S. Departement of energy & LNBL</i>	<i>Energy simulation</i>
<i>Fabrication for AutoCad MEP</i>	<i>East coant CAD/CAM</i>	<i>Interact with AutoCAD MEP for custom libraries</i>
<i>Vico office</i>	<i>Vico Software</i>	<i>As the level of detail increases, the schedule and estimate become more precise</i>
<i>Share point</i>	<i>Microsoft</i>	<i>Web-based suite of management tools for construction projects</i>
<i>Visual simulation</i>	<i>Innovaya</i>	<i>Linking to popular project schedule applications (e.g MS Project or Primavera)</i>
<i>QTO</i>	<i>Autodesk</i>	<i>Generating takeoffs from multiple</i>

Pada Tabel 2.1 diatas menjelaskan bahwa terdapat beberapa *software* pada *tools* BIM yang diciptakan oleh berbagai *manufacture* sesuai dengan fungsi utama yang disediakan untuk digunakan pada konstruksi. Pada penelitian ini penulis memilih menggunakan *software* Autodesk Revit 2024. Penjelasan lengkap mengenai software BIM yang digunakan oleh konstruksi didunia pada era modern ini dapat dilihat pada lampiran tools software bim (Data Terlampir).

2.8 Autodesk Revit

Manik (2021) dalam penjelasan Seminar Nasional tentang Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) dalam Industri Konstruksi untuk perkembangan Infrastruktur menyatakan bahwa BIM merupakan representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan yang mengandung semua informasi mengenai elemen elemen bangunan yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umum bangunan, sejak konsep dan demolisi.

Apriansyah (2021) mengungkapkan bahwa revit merupakan perancangan utilitas bangunan yaitu struktural, arsitektural, mekanikal elektrikal dan desain plumbing. Autodesk Revit yang mudah digunakan dalam pengaplikasian dipilih sebagai pilihan BIM untuk dilibatkan dalam konstruksi konstruksi besar di Indonesia.

Azies (2020) dalam Laporan Kerja Praktek tentang Pemodelan Struktur Gedung 6 Lantai dengan Menggunakan Aplikasi Autodesk Revit 2018 untuk Perhitungan Volume menyatakan bahwa Revit adalah *software* yang digunakan untuk membuat desain yang berbasis 3D dan mendukung program BIM (*Building Information Modeling*). Dengan revit kita dapat merancang bangunan seperti struktur, arsitektur, hingga MEP secara terintegrasi.

Berikut ini merupakan keunggulan dari *Software Autodesk Revit* menurut Apriansyah (2021) sebagai berikut :

1) Hubungan Dua Arah

Pada Autodesk Revit semua informasi disimpan pada sebuah tempat yang disediakan berfungsi untuk apabila pada waktu tertentu ingin melakukan perubahan pada sebuah model maka secara keseluruhan model akan berubah.

Sebagai contoh jika ada perubahan pada material atau perubahan volume secara otomatis akan merubah RAB, *schedule* dan lain sebagainya

2) Rencana Anggaran Biaya / BQ (*Schedule*)

Schedule merupakan item pada Revit yang mampu mengetahui tipe, jumlah, kalkulasi pembiayaan, serta waktu yang dibutuhkan dalam sebuah pemodelan.

3) Komponen *Parametric*

Revit memiliki fitur atau komponen *parametric* yang biasa dikenal dengan *family*. Fitur *family* merupakan komponen yang disediakan revit guna memudahkan *designer* dalam memodelkan tanpa harus melakukan *coding* atau pemrograman terlebih dahulu. Hal ini tentu menjadikan revit sebagai pilihan software BIM untuk konstruksi.

4) *Student Lisence*

Lisensi yang disediakan gratis oleh *Autodesk* dapat diakses oleh siswa dan mahasiswa. Hal ini merupakan sebuah keunggulan yang paling penting karena memudahkan bagi siswa dan mahasiswa untuk belajar, pemodelan dan penelitian.

5) *Optional Desain*

Revit menyuguhkan beberapa *alternative* desain yang menghasilkan kuantifikasi serta analisa untuk pengambilan keputusan dalam desain.

6) Dokumentasi

Revit dapat menciptakan gambar 2D seperti denah, tampak, potongan dan gambar 3D secara otomatis dan mendetail sesuai dengan standar atau perencanaan yang bisa dijadikan sebagai *library template*. Hal ini juga dapat menambah *template* bagi desainer sehingga dalam perencanaan selanjutnya bisa menjadikan pilihan perencanaan.

7) *Material Takeoff*

Material yang sudah didesain sesuai dengan spesifikasi teknis dapat dihitung oleh revit secara detail dan terperinci seperti dalam perhitungan lapisan dinding, revit mampu menghitung setiap lapisan penyusunnya. Informasi yang dihasilkan oleh revit mengenai material ini cepat dan akurat sehingga dapat memudahkan dalam menghitung rencana anggaran biaya.

8) *Revit Building Maker*

Terdapat fitur *massing* yang dapat mengubah permukaan menjadi lebih ekspresif dan dapat *diimport* dari *sketchup*, *3ds*, *AutoCAD*, *ACIS*, *From-Z* dan berbagai *software* lainnya. Pada fitur *massing* setiap permukaan dapat diubah seperti objek dinding, atap, dan lantai serta juga dapat menghitung luasannya.

9) *Interference Check*

Fitur *interference check* dapat mengetahui kesalahan atau ada komponen yang bertabrakan dari hasil penggabungan model dari arsitek, struktur, dan MEP.

10) Kemampuan Ekspor dan Import

Revit dapat mendukung berbagai jenis format dalam proses import dan ekspor seperti JPG, TGA, TIF, DWG, DGN, DXF, IFC, SAT, AVI, ODBC, DWF, dan gbXML. Revit juga mampu melakukan transfer objek *line*, *arc*, *circle*, dan *3D geometry* yang digunakan pada aplikasi lain seperti *3ds Max* atau Autodesk VIZ untuk rendering yang lebih bagus.

11) Integrasi 2D dan 3D DWF

Revit dapat mengeluarkan *output* gambar 2D dan 3d dalam format DWF yang berguna untuk pihak non teknik dapat melihat gambar menggunakan aplikasi *Autodesk Design Review* yang bisa diunduh secara gratis.

12) Koneksi sesama Autodesk

Revit yang merupakan keluaran atau manufacture dari *Autodesk* memiliki keunggulan berupa koneksi yang mudah dengan sesama produk *Autodesk* seperti contoh nya yaitu *AutoCAD*, *Autodesk 3ds Max*, *Autodesk Motion Builder*, dan *Autodesk Softimage*.

2.9 Implementasi BIM di Indonesia

Implentasi BIM di Indonesia masih sangat minim dikarenakan berbagai kendala terbatasnya fasilitas yang terdapat pada sebuah proyek konstruksi meskipun BIM masuk ke indonesia sudah sejak lama. Oleh karena itu Kementrian PUPR menegaskan penggunaan BIM walaupun dalam ruang lingkup yang terbatas. Berikut penelitian terdahulu implementasi BIM di Indonesia :

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Judul Artikel / Jurnal	Penulis	Hasil Penelitian
1	Penerapan Metode <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Pada Pekerjaan Struktural Gedung Kuliah Terpadu III (GKT III) Politeknik Negeri Bengkalis	Dedi Enda, Elvira Destriana	Pada tahap pemodelan 2D dan 3D dengan menggunakan <i>Software Revit</i> dengan BIM akan menjadi lebih cepat dan efisien dalam perancangannya.
2	Pemodelan struktur gedung Apartemen Gunawangsa Gresik menggunakan <i>software</i> Autodesk Revit 2023	Devi Fitria Anggraini	Proses pemodelan struktur gedung Apartemen Gunawangsa Gresik dilakukan menggunakan <i>software</i> Autodesk Revit 2023 dengan pemodelan berupa pekerjaan struktur yang meliputi: pondasi, kolom, balok, plat lantai, struktur tangga, dan dinding <i>shear wall</i> dalam bentuk 3D. Pemodelan struktur gedung Apartemen Gunawangsa Gresik menggunakan <i>software</i> Autodesk Revit 2023 menghasilkan <i>ouput</i> berupa pemodelan struktur dalam bentuk 3D, pendetailan struktur dalam bentuk 3D, dan perhitungan volume (<i>Quantity Take Off</i>) struktur dan pembesian.

3	<p>Studi Literatur Tentang Penggunaan Software Autodesk Revit Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih</p>	<p>Yosy Marizan, SS. Purwanto, Mega Yunanda</p>	<p>Revit memberikan kemudahan dengan integrasi perangkat lunak, mampu mendeteksi tabrakan desain, membuat proses pekerjaan menjadi lebih cepat.</p>
4	<p>Analisa Perbandingan Volume Beton Metode Konvensional Pada Hasil <i>Bill Of Quantity</i> (BOQ) dan BIM Autodesk Revit 2020 Terhadap Efektifitas Biaya</p>	<p>Mega Putri Juliani, Renaningsih</p>	<p>Dari hasil permodelan Tower 1 Proyek Pembangunan Apartemen Pakuwon Bekasi, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa biaya yang dihasilkan dari metode Konvensional lebih besar dari metode menggunakan BIM Revit 2020. Berdasarkan Analisa dapat disimpulkan bahwasannya biaya Metode BIM Autodesk Revit 2020 lebih rendah 4,32 % dibandingkan perhitungan dengan metode konvensional.</p>
5	<p>Perbandingan Quantity Take-Off Beton Antara Metode Konvensional Dengan Metode BIM Pada Gedung 13 Lantai</p>	<p>Muhamad Rayhannafi Anwar, Yenny Nurchasanah</p>	<p>Perhitungan volume beton dengan metode konvensional dan metode BIM menghasilkan perbedaan total volume beton sebesar 0,45%. Selisih tersebut terjadi karena pada perhitungan konvensional terdapat beberapa perhitungan yang tidak dapat dijangkau sehingga dilakukan</p>

			<p>simplifikasi perhitungan. Perhitungan metode BIM lebih akurat karena volume yang dihasilkan sesuai dengan model yang dibuat. Dengan model 3D yang dibuat akan memudahkan dalam menganalisa apabila terjadi perbedaan volume.</p>
--	--	--	---

2.10 Biaya Konstruksi

Menurut Raharjaputra (2009) biaya merupakan pengorbanan atau pengeluaran yang dilakukan oleh suatu perusahaan atau perorangan yang bertujuan untuk memperoleh manfaat lebih dari aktivitas yang dilakukan tersebut. Jadi biaya proyek itu sendiri adalah suatu pengeluaran yang dikeluarkan untuk membangun suatu kegiatan dalam hal ini proyek dibidang konstruksi. Biaya merupakan sesuatu yang sangat krusial dan penting, karena tanpa biaya semua tidak akan berjalan dan tidak akan memperoleh sesuatu sesuai keinginan. Untuk itu diperlukan manajemen biaya dalam proyek yang meliputi proses-proses yang berhubungan dengan perencanaan, estimasi, penganggaran, pembiayaan, pendanaan, pengolahan dan pengendalian biaya. Karena pentingnya biaya maka semua proses harus dilakukan dengan baik terutama pada pengendalian biaya yang baik agar tidak terjadinya pembengkakan biaya.

Berdasarkan PerMen No 11-PRT-M-2013 terdapat 8 ruang lingkup pekerjaan gedung yang harus direncanakan baik secara pemodelan maupun perencanaan anggaran biaya pekerjaannya. Ruang lingkup pekerjaan tersebut terdiri dari :

1. *Design development*
2. *Sitework*
3. Pekerjaan Struktural
4. Pekerjaan Arsitektur
5. Pekerjaan Mekanikal
6. Pekerjaan Elektrikal

7. Fasilitas Eksterior bangunan

8. *Miscellaneous work*

Pada Tugas Akhir ini penulis hanya menghitung pembiayaan pada pekerjaan struktural yang mencakup pekerjaan struktur bawah (Pondasi, *Pile Cap* dan *Tie Beam*) dan struktur atas (Kolom). Terdapat beberapa langkah yang harus dilaksanakan untuk mengetahui pembiayaan suatu proyek konstruksi :

2.6.1 Koefisien

Koefisien merupakan angka yang menyatakan kebutuhan tenaga kerja, alat, dan bahan untuk mengerjakan suatu pekerjaan dalam satu satuan volume pekerjaan. Penggunaan koefisien ini dapat meningkatkan akurasi dan mengurangi ketidakpastian dalam penentuan penggunaan tenaga kerja, peralatan dan bahan. Nilai koefisien disediakan oleh pemerintah pada masing masing daerah di Indonesia sebagai rujukan untuk pembangunan konstruksi pada daerahnya. Namun koefisien ini dapat dihitung oleh pihak konsultan perencana dan kontraktor pada sebuah proyek dikarenakan terdapat perbedaan kebutuhan disetiap proyek konstruksi. Oleh karena itu pihak konstruksi biasanya selalu menghitung nilai koefisien sendiri dengan tetap menjadikan SNI dan Peraturan Pemerintah sebagai rujukan. Terdapat 3 koefisien yang ditentukan dalam konstruksi yaitu :

- Koefisien Tenaga Kerja
- Koefisien Peralatan
- Koefisien Material

a) Koefisien Tenaga Kerja

Koefisien tenaga kerja merupakan jumlah kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu volume pekerjaan dalam satuan waktu tertentu. Faktor yang mempengaruhi koefisien tenaga kerja yaitu jumlah tenaga kerja dan tingkat keahlian tenaga kerja. Jumlah tenaga kerja dihitung dari beban kerja utama yang dianalisis.

Koefisien tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus sesuai peraturan PerMen No 11/PRT/M 2013 dan SNI yang menjadi rujukan. Koefisien ditentukan dengan standar waktu bekerja 8 jam perhari, sedangkan untuk jumlah dapat dihitung sesuai kemampuan perorang melakukan satuan volume pekerjaan. Rumus yang digunakan untuk menentukan koefisien dibawah ini :

$$\text{Koef} = (T/t) \times J \dots\dots\dots(2.6 a)$$

Keterangan :

Koef : Koefisien

T : Waktu

t : Waktu kerja produktif perhari

J : Jumlah Pekerja

b) Koefisien Peralatan

Koefisien peralatan merupakan kemampuan peralatan menyelesaikan suatu volume pekerjaan dalam waktu tertentu. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan koefisien Peralatan yaitu :

- Jenis Alat
- Kapasitas Kemampuan Alat
- Waktu Pengoperasian Alat

Berikut rumus yang digunakan untuk menentukan koefisien peralatan :

$$\text{Koef} = 1 / Q \dots\dots\dots(2.6 b)$$

Keterangan :

Koef : Koefisien

Q : Produktifitas Alat

c) Koefisien Material

Koefisien material merupakan kebutuhan material yang diperlukan untuk satu volume pekerjaam tertentu. Material memiliki koefisien yang berbeda beda tergantung pada jenis, volume, ukuran, dan asal dari material tersebut. Koefisien material dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Koef} = J / V \dots\dots\dots(2.6 c)$$

Keterangan :

J : Jumlah Material

V : Volume Pekerjaan

Setelah diketahui nilai koefisien upah pekerja, material dan alat selanjutnya koefisien digunakan dalam menghitung analisa harga satuan pekerjaan. Namun dibutuhkan juga harga dasar yang dihitung sesuai ketentuan daerah tempat konstruksi dilaksanakan karena disetiap daerah di indonesia akan berbeda beda.

2.6.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Ibrahim,H.Bachtiar (2021) Harga satuan pekerjaan merupakan jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan dan upah dapat diperoleh dipasaran yang kemudian dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah dan bahan. Harga dasar bahan dan upah berbeda beda disetiap daerah, oleh karena itu dalam penyusunan rencana anggaran biaya proyek harus mengacu kepada daftar harga upah dan bahan diana lokasi proyek konstruksi tersebut dibangun.

Analisa Harga Satuan Pekerjaan merupakan perhitungan biaya per satuan pekerjaan dengan mencakup kebutuhan alat, kebutuhan bahan dan upah tenaga kerja. Setelah ditentukan harga satuan dasar untuk alat, bahan, dan upah selanjutnya bisa dihitung harga satuan pekerjaan dengan menjumlahkan harga satuan dasar yang dibutuhkan per item pekerjaan.

Harga dasar merupakan harga yang digunakan untuk mendapatkan nilai harga satuan pekerjaan dalam volume tertentu. Harga dasar yang dikalikan dengan koefisien kemudian dijumlahkan selanjutnya diperoleh harga satuan pekerjaan. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No 28 (2016) tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Umum dapat disimpulkan bahwa analisa harga satuan diperoleh berdasarkan rumus berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{Harga Upah} & : & \text{Harga dasar Upah} & \times & \text{Koefisien Upah} \\ \text{Harga Bahan} & : & \text{Harga dasar Bahan} & \times & \text{Koefisien Bahan} \\ \text{Harga Alat} & : & \text{Harga dasar Alat} & \times & \text{Koefisien Alat} \end{aligned}$$

Maka analisa harga satuan pekerjaan dapat diperoleh dari hasil penjumlahan dari analisa harga di atas bisa dijelaskan dalam rumus berikut ini :

AHSP : Upah + Bahan + Alat
--

Berdasarkan rumus diatas hasil kumulatif harga upah, bahan, dan alat dapat menghasilkan nilai analisa harga satuan pekerjaan. Analisa harga satuan pada proyek konstruksi dapat berupa harga langsung dan tidak langsung. Harga langsung merupakan harga yang dihitung pada setiap pekerjaan sedangkan harga tidak langsung yaitu berupa pajak dan keuntungan (Permen PUPR No.28).

2.6.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Diana, Riska (2021) Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perkiraan atau perhitungan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi yang menghasilkan total biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek konstruksi tersebut.

Menurut Tri Joko (2018) tentang Rencana Anggaran Proyek terdapat beberapa cara pengerjaan anggaran biaya yaitu :

1. Mempelajari gambar rencana detail dan dokumen rencana kerja dan syarat atau RKS.
2. Menyusun uraian pekerjaan atau barang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan menurut kelompok yang sejenis.
3. Hitung volume perjaan atau barang yang diperlukan.
4. Menyusun analisis harga satuan pekerjaan untuk setiap jenis pekerjaan hingga mendapatkan harga satuan pekerjaan untuk setiap jenis pekerjaan.
5. Menjumlahkan harga yang ditambahkan dengan PPN sehingga diperoleh rencana anggaran biaya pekerjaan yang dihitung.

Rencana anggaran biaya merupakan kalkulasi perhitungan harga yang dibutuhkan baik upah tenaga kerja, kebutuhan material, peralatan, listrik, dan lain lainnya yang diperlukan dalam setiap pekerjaan yang dilaksanakan selama proses konstruksi dilaksanakan.

Adapun penyusunan rencana anggaran proyek ini memiliki tujuan bagi setiap pihak yang terlibat didalam proyek konstruksi, tujuan tersebut diantaranya adalah :

1. Sebagai patokan untuk penyedia dana konstruksi.
2. Untuk sebagai bahan evaluasi proyek.
3. Mengetahui kelayakan proyek konstruksi dibidang keuangan.
4. Acuan pengelolaan keuangan agar tidak terjadi pembengkakan biaya.
5. Untuk pedoman pengadaan dalam penyediaan alat, bahan, tenaga dan waktu pelaksanaan proyek.
6. Pemilihan alternatif pada proyek guna untuk pemilihan atau batasan kualitas tipe dan banyaknya material, alat, dan tenaga kerja.
7. Perkiraan modal yang disediakan.

Terdapat beberapa jenis rencana anggaran proyek yang diungkapkan Soedrajat (1984) dalam buku Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan yaitu :

a. Rencana Anggaran Biaya Terperinci

RAB ini dilaksanakan dengan cara menghitung volume dan harga dari seluruh pekerjaan yang dilaksanakan. Untuk dapat mencapai pekerjaan yang sesuai dengan target cara perhitungan RAB yang terperinci ini yaitu dengan menghitung dengan cara harga satuan dan menggunakan cara harga seluruhnya.

b. Rencana Anggaran Biaya Kasar

Rencana anggaran biaya ini tidak dirincikan namun sebuah penaksiran secara kasar seperti biaya baya umum yang tidak mendetail.

Soedrajat juga mengungkapkan terdapat lima hal pokok dalam menghitung rencana anggaran biaya yaitu :

1. Bahan bahan : menghitung banyaknya bahan atau material yang dibutuhkan beserta harga yang diperlukan.
2. Tenaga kerja : menghitung jumlah dan jam kerja yang diperlukan dan harganya.
3. Peralatan : menghitung jenis dan banyaknya peralatan yang dipakai dan biayanya.
4. Overhead : menghitung biaya yang tidak terduga.
5. Profit : menghitung persentase keuntungan dari waktu, tempat, dan jenis pekerjaan.

Menurut H.Bachtiar,Ibrahim (2001) untuk mengitung rencana anggaran biaya dapat dituliskan dalam rumus berikut ini :

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume X Harga Satuan Pekerjaan})\dots\dots\dots 2.6.d$$

Perencanaan anggaran biaya pada proyek harus dilaksanakan secara teliti dan mendetail. Hal ini diharapkan untuk meminimalisir kesalahan kesalahan yang terjadi seperti kesalahan kesalahan dalam perhitungan, biaya yang timbul akibat kesalahan pekerjaan, pembengkakan biaya akibat salah perhitungan penggunaan alat serta kesalahan pengelolaan keuangan dalam pelaksanaan. Dikarenakan pembiayaan merupakan hal yang krusial oleh karena itu sangat ditekan kan bahwa teliti dalam perhitungan rencana anggaran biaya ini.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan tempat penelitian yaitu bertempat di Proyek Rusun Kejaksaan Tinggi Sumatera Barat ini terletak di Komplek Kejaksaan 1 Jl. Raya Ampang, Kampung Kalawi, Kota Padang, Sumatera Barat.



Gambar 3. 1 Lokasi Proyek Konstruksi Pembangunan Rusun Kejaksaan Tinggi Sumatera Barat

Sumber : *Google Maps 2023*

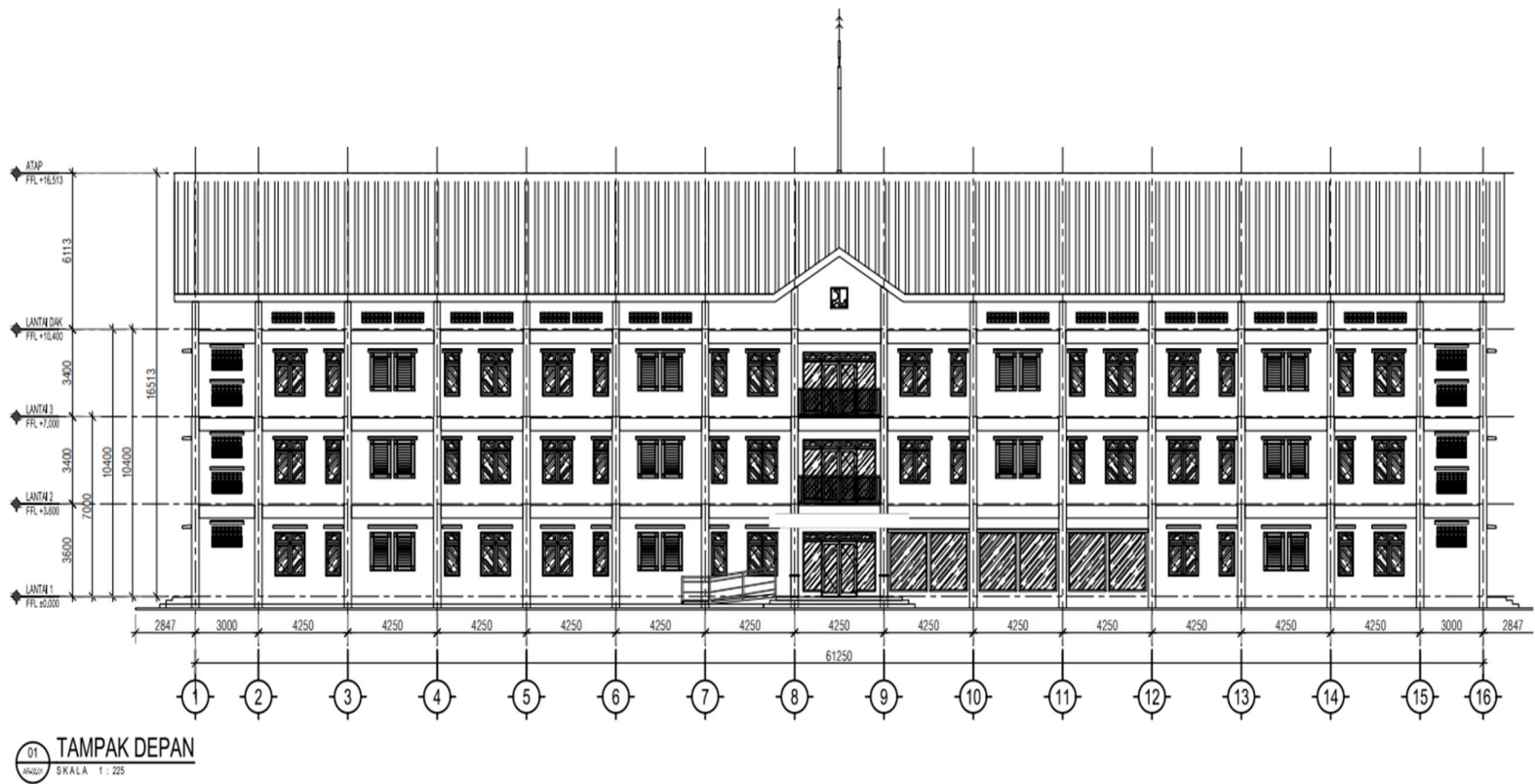
3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Proyek Konstruksi Pembangunan Rusun Kejaksaan Tinggi Sumatera Barat khususnya dalam struktur kolom, balok, dan plat lantai. Data-data yang tersedia untuk menunjang objek penelitian adalah data gambar atau *Detail Engineering Design (DED)* Proyek, kemudian praktisi BIM yang sudah berpengalaman terkait dengan penggunaan *software* Open BIM dalam hal kemudahan integrasi dan kolaborasi antar *stakeholder*.

3.3 Data Penelitian

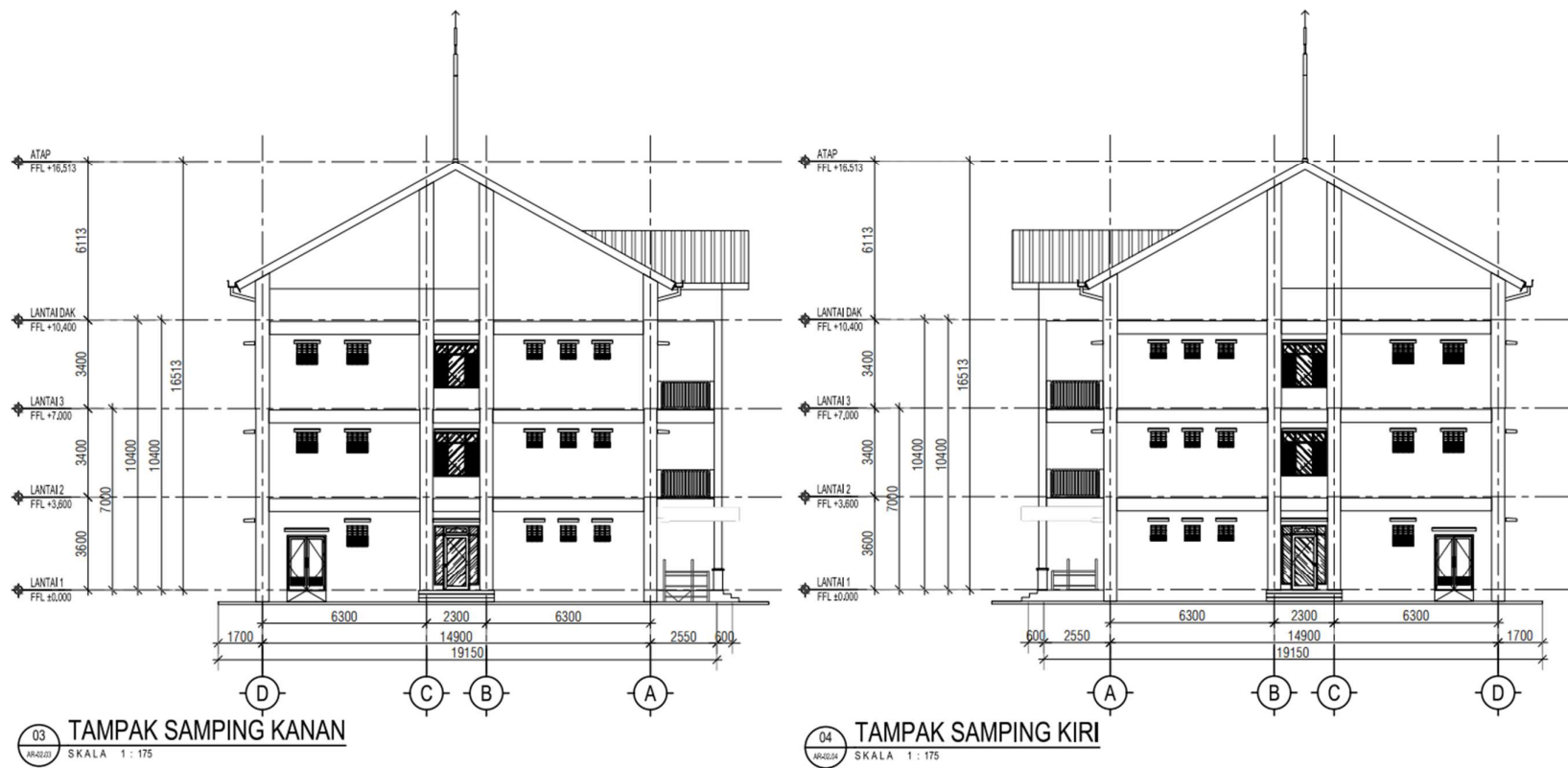
3.3.1 *Detail Engineering Design (DED) Proyek*

Data *detail engineering design* diperoleh dari konsultan perencana yang selanjutnya akan digunakan untuk pedoman pemodelan ke dalam bentuk 3D dan 4D menggunakan Autodesk Revit. Adapun data DED yang akan digunakan yaitu denah, tampak dan potongan. Untuk lebih jelasnya DED dapat dilihat pada lampiran.



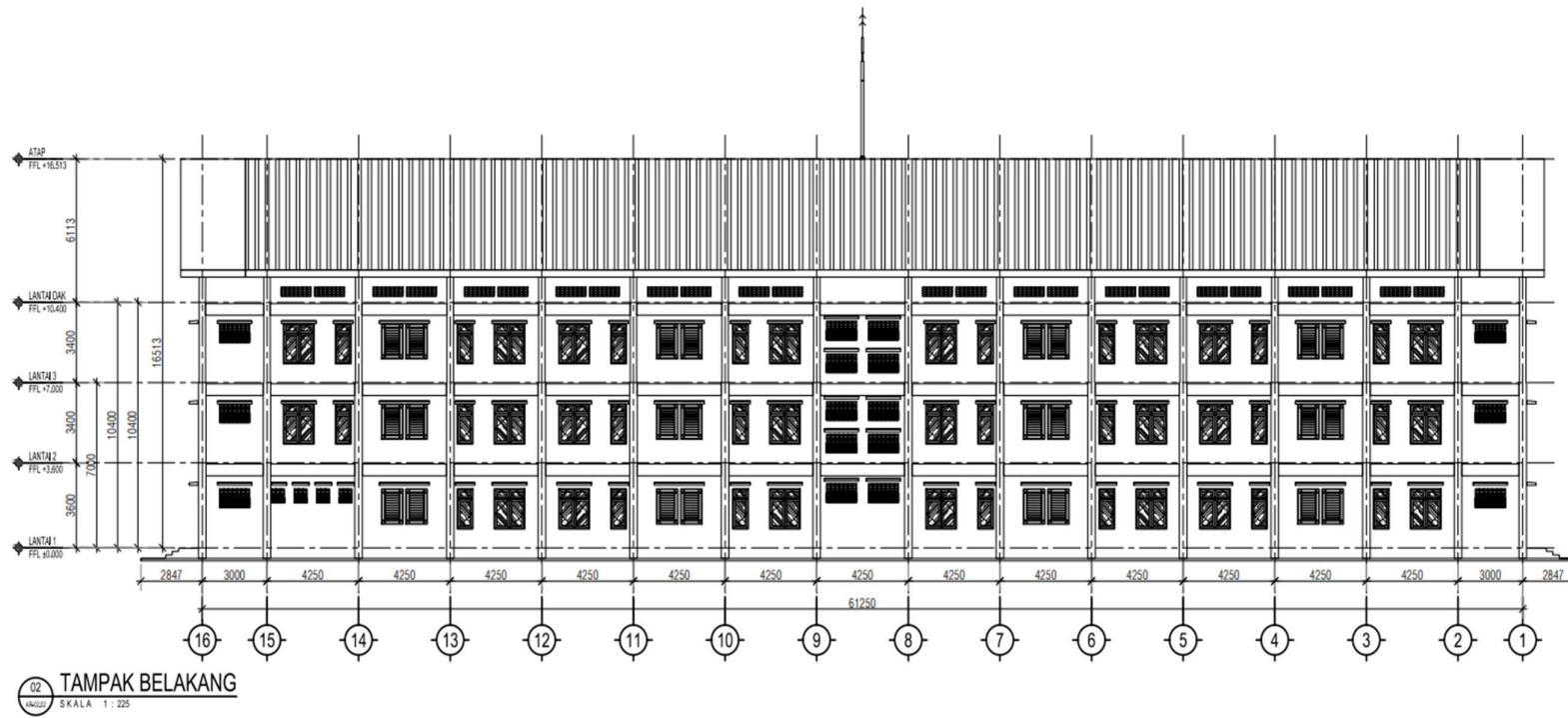
Gambar 3. 2 Tampak Depan Rusun Kejaksaan Tinggi Sumatera Barat

Sumber : DED Proyek



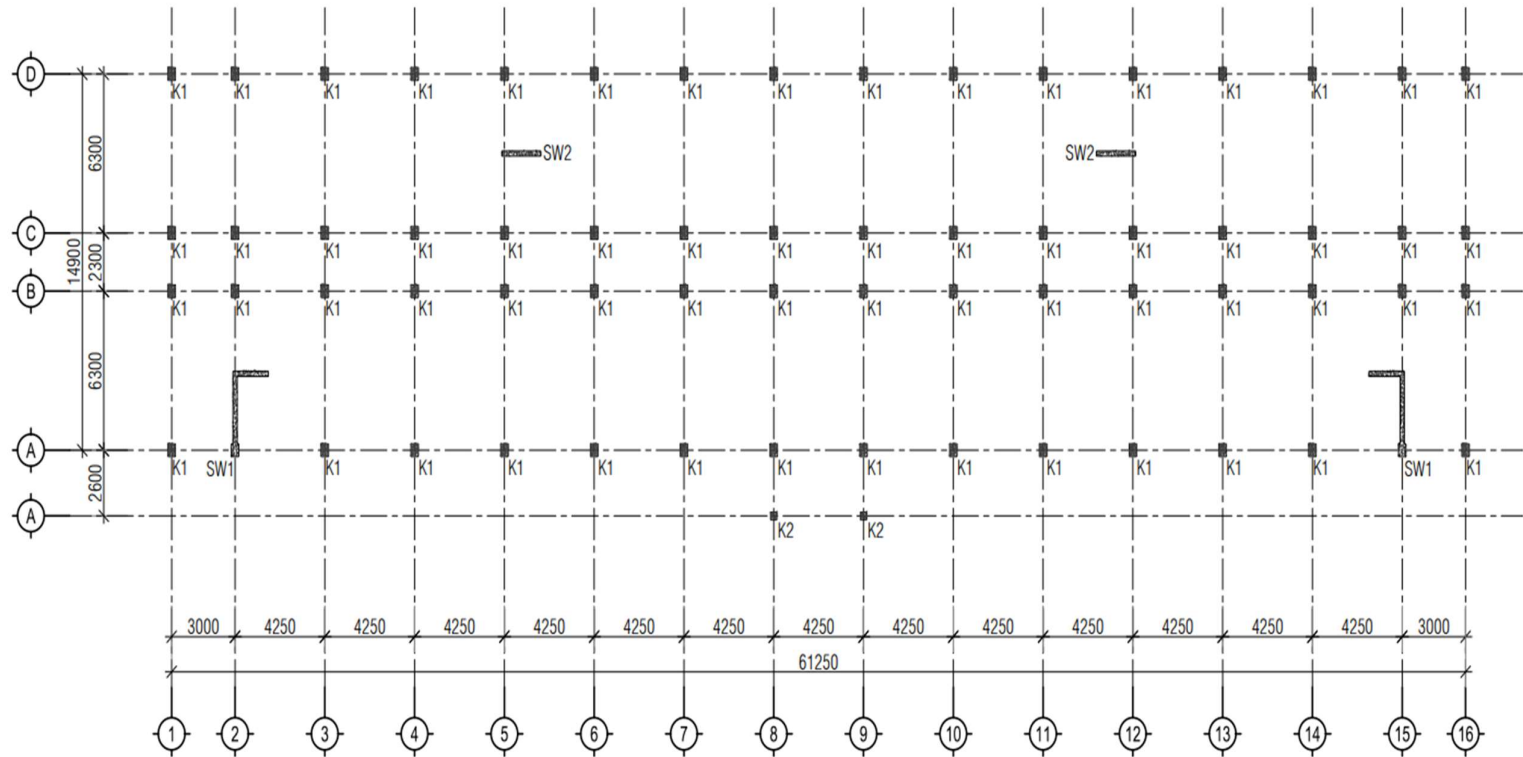
Gambar 3. 3 Tampak Samping Rusun Kejaksaan Tinggi Sumatera Barat

Sumber : DED Proyek



Gambar 3. 4 Tampak Belakang

Sumber : DED Proyek



Gambar 3. 5 Denah Kolom Rusun Kejaksaan Tinggi Sumatera Barat

Sumber: DED Proyek

3.3.2 Referensi Jurnal, Buku dan Literatur.

Data referensi jurnal, buku dan literatur diperoleh dari penulis sebagai pedoman untuk melakukan penelitian, selain itu untuk menambah pengetahuan dan keterangan yang belum lengkap.

3.4 Diagram Penelitian



Gambar 3. 6 Diagram Bagan Alir Penelitian

3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji efektifitas *Building Information Modeling* (BIM) terhadap volume beton serta pemodelan 3D dengan *software* Autodesk Revit. Berikut beberapa tahapan penelitian yang penulis laksanakan untuk tugas akhir :

1. Studi Kasus

Melakukan studi kasus yaitu dengan mengidentifikasi masalah pada Proyek Konstruksi Pembangunan Rusun Kejaksaan Tinggi Sumatera Barat yang kemudian akan diteliti permasalahan yang terjadi.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan menggunakan jurnal, buku, referensi, penelitian terdahulu, artikel yang berkaitan dengan masalah yang diangkat BIM tentang bagaimana pemodelan serta perhitungan volume dalam suatu proyek konstruksi.

3. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu gambar kerja atau *Detail Engineering Design* (DED) dari Proyek Konstruksi Pembangunan Rusun Kejaksaan Tinggi Sumatera Barat

4. Pengolahan Data

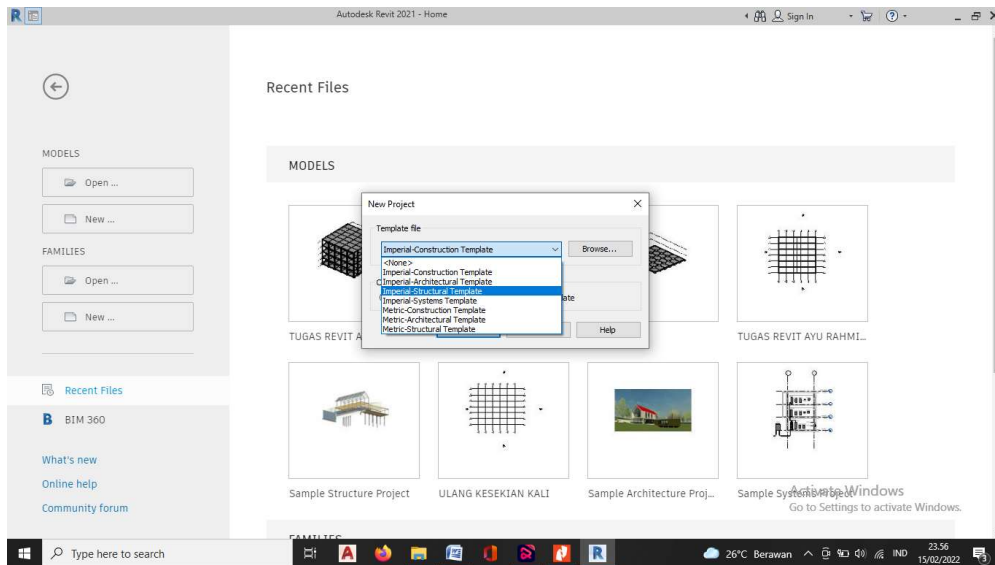
Setelah data yang dibutuhkan telah diperoleh, selanjutnya data tersebut diolah sesuai tahapan penelitian.

5. Proses Pemodelan 3D

Proses pemodelan kedalam bentuk 3D membutuhkan data acuan berupa gambar 2D dari Autocad dan diimplementasikan menjadi 3D menggunakan *software* Autodesk Revit. Proses pemodelan kedalam bentuk 3 dimensi membutuhkan data acuan berupa gambar 2 dimensi dari autocad dan diimplementasikan menjadi 3 dimensi. Pemodelan diawali dengan proses pemodelan komponen struktur. Berikut langkah langkah pemodelan 3 dimensi menggunakan Autodesk Revit :

a. Pemodelan dengan *struktural template*

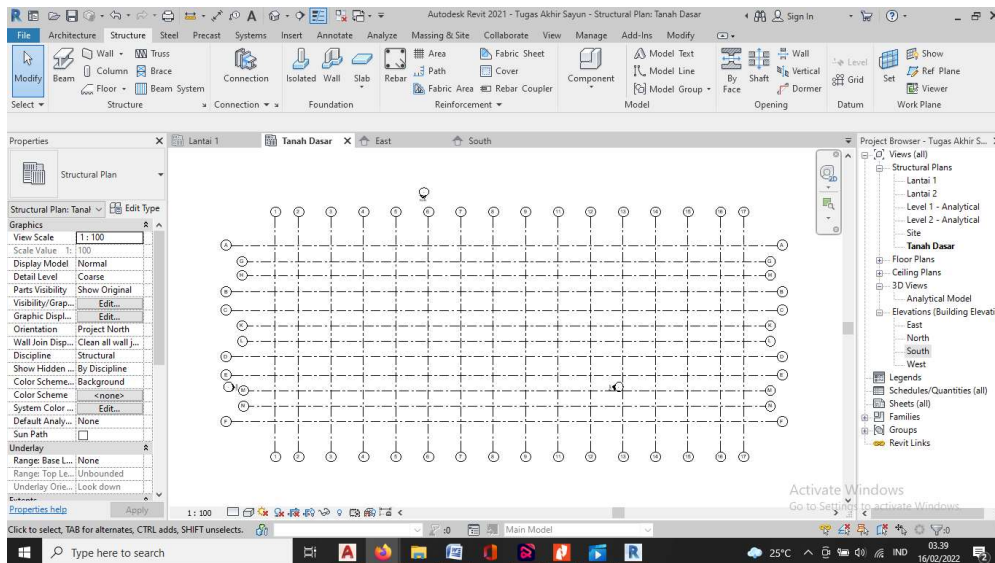
Buka *software autodesk revit* pada tampilan awal lalu pilih item imperial struktur yang bertujuan untuk pemodelan dalam pekerjaan struktur. Berikut tampilan saat memilih *struktural template*



Gambar 3. 7 Tampilan pilihan langkah struktural template

b. Pembuatan garis bantu atau *grid line*

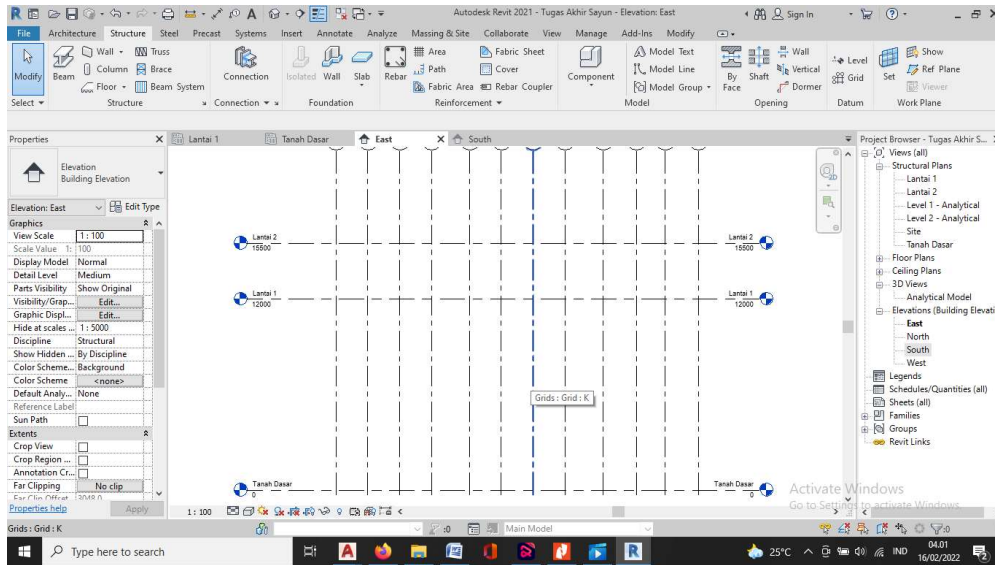
Membuat garis bantu atau biasa disebut dengan *grid line* bertujuan untuk memudahkan pemodelan sesuai dengan ukuran jarak yang telah direncanakan.



Gambar 3. 8 Tampilan *Grid Line*

c. Membuat Level

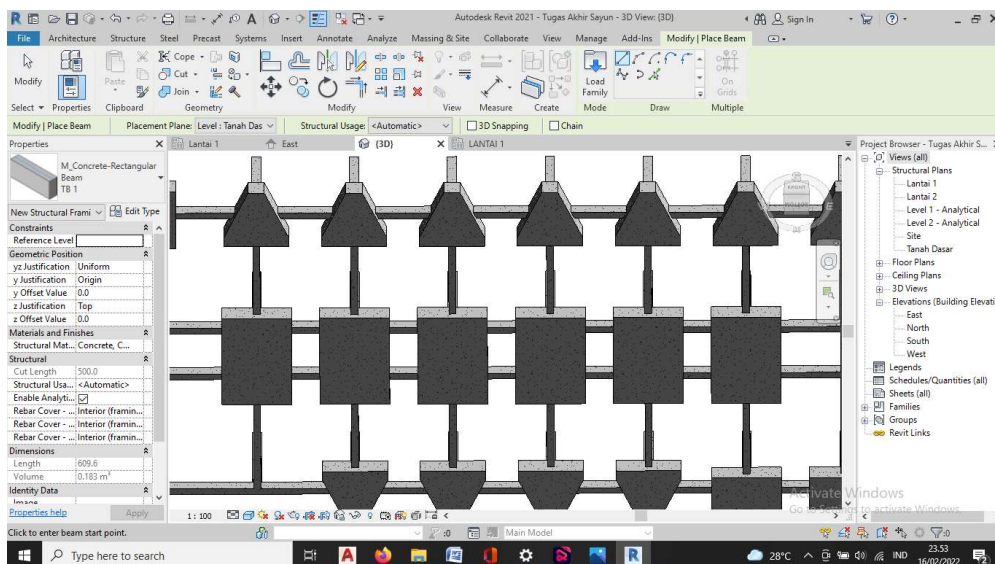
Level merupakan garis yang menentukan ketinggian dari elevasi dari sebuah bangunan yang akan didisain. Adanya level ini berguna untuk membentuk kerangka 3 dimensi karena dari level ini dasar pembuatan ruang dari sebuah bangunan.



Gambar 3. 9Tampilan pembuatan Level

d. Pemodelan *Pile Cap* dan *Tie Beam*

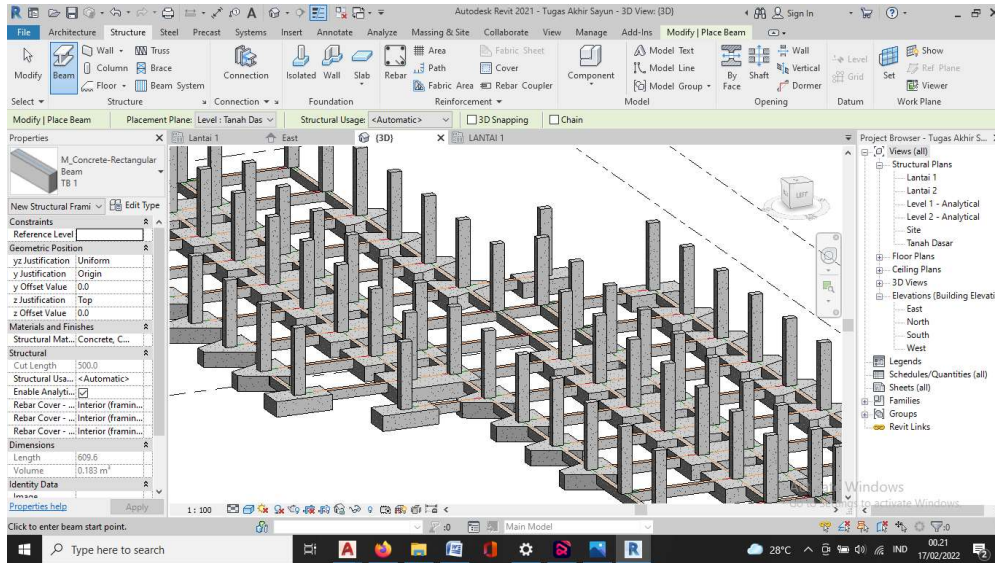
Pemodelan *pile cap* dan *tie beam* didesain sesuai dengan ukuran dan bentuk yang direncanakan. Ukuran dilihat dari gambar yang dikeluarkan oleh perencana dalam bentuk 2 dimensi berupa file autocad. Pemodelan *pile cap* dan *tie beam* dilakukan dengan menggunakan tools *Structure > isolated* (untuk *pile cap*) & *Beam* (Untuk *Tie Beam*) > atur ukuran sesuai rencana > letakan kursor pada setiap as sesuai dengan *type pile cap*.



Gambar 3. 10 Pemodelan *Pile Cap* dan *Tie Beam*

e. Pemodelan Kolom

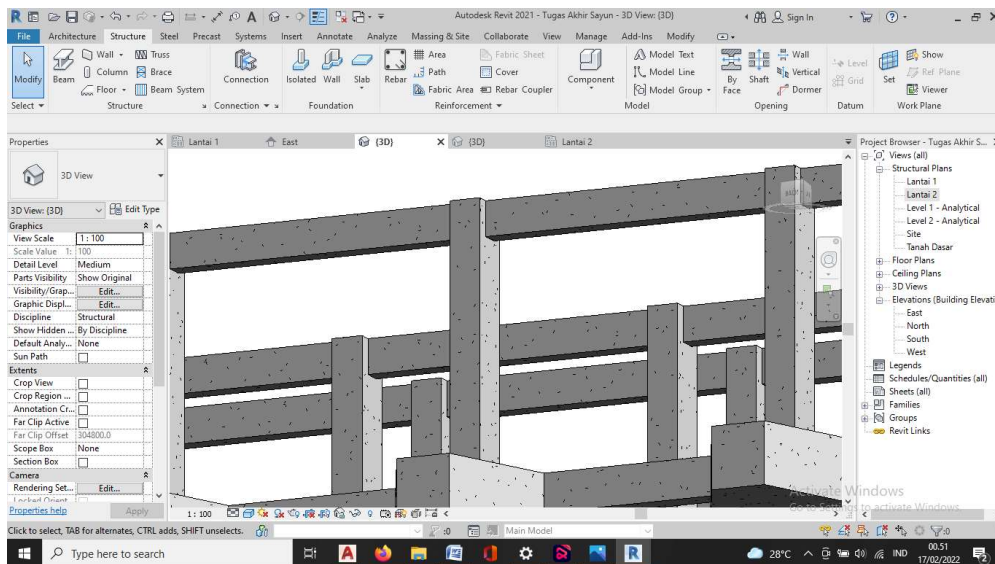
Kolom dibuat dengan langkah langkah sebagai berikut : *Structure > Column > Load Family* (untuk pilihan bentuk) > Edit Ukuran > letakan sesuai titik kolom.



Gambar 3. 11 Tampilan Pemodelan kolom

f. Pemodelan Balok

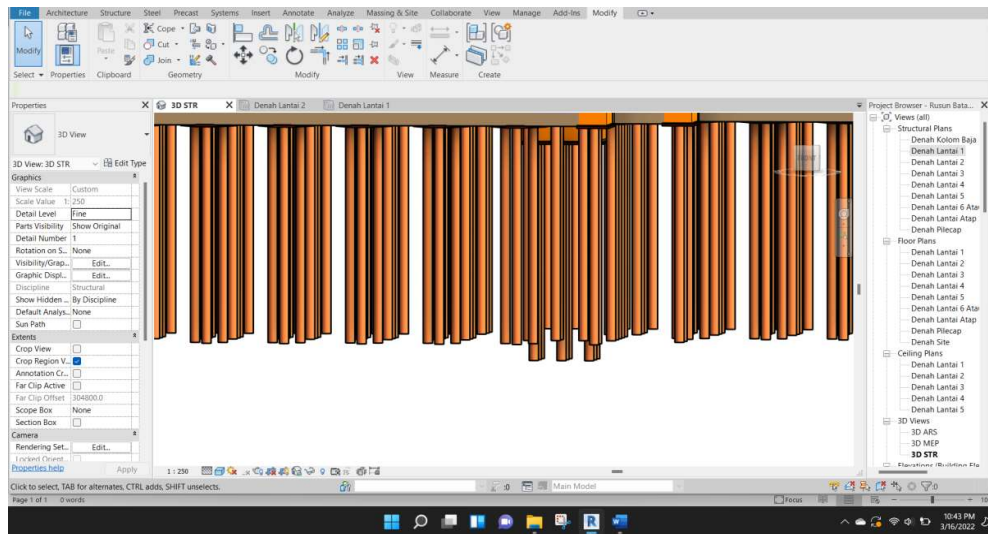
Balok didesain pada lantai 2 menggunakan tools *Structure > Beam* > masukan ukuran sesuai gambar rencana > letakan tipe balok sesuai pada titik. Ulangi langkah pada setiap tipe sesuai gambar rencana.



Gambar 3. 12 Tampilan Pemodelan Balok

g. Pemodelan Pondasi *Bore Pile*

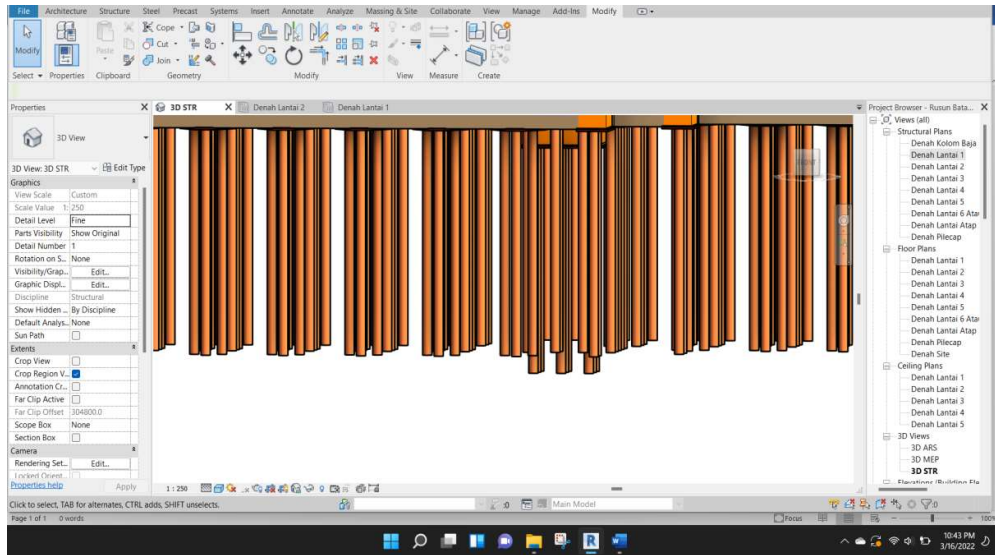
Pondasi *Bore pile* dapat di desain menggunakan dua cara yakni dengan pemodelan *family* atau pun dengan *template* yang telah disediakan oleh *revit* ini sendiri. Pemodelan Pondasi ini dapat dilakukan dengan penginputan data seperti tinggi dan diameter dari *bore pile*. *Tools* untuk pemodelan pondasi yaitu dengan cara pilihan *struktural* > *isolated* > *load family* (pilihan model / *template*) > input data data pondasi > letakan pondasi sesuai dengan titik rencana pondasi *bore pile*.



Gambar 3. 13 Pemodelan Pondasi Bore Pile

h. Pemodelan Pelat Lantai

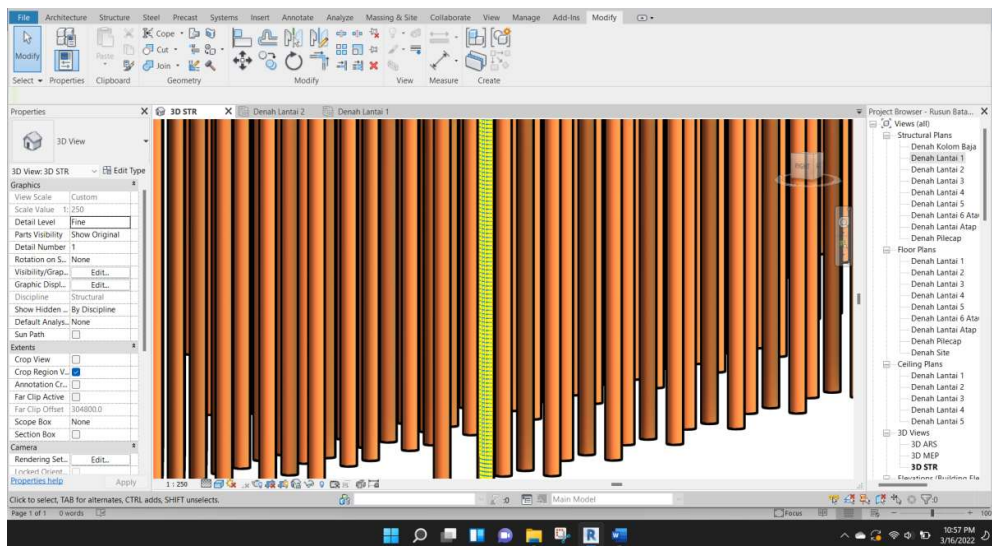
Pelat lantai didesain dengan *tools floor* > *floor struktural* > masukan data ketebalan pelat lantai. Setelah *input* data pelat, selanjutnya plot daerah yang akan diletakan pelat lantai. Centang *finish* jika proses plot telah selesai.



Gambar 3. 14 Pemodelan Plat Lantai

i. Penulangan Pondasi Bore Pile

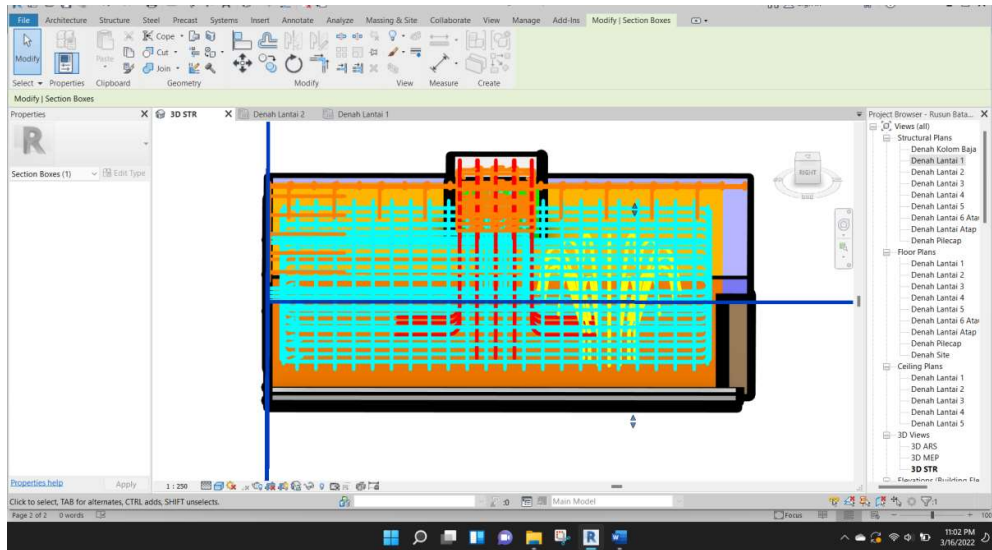
Mendesain penulangan untuk pondasi terlebih dahulu melakukan *section* atau membuat potongan untuk mempermudah pemodelan penulangan. Setelah dibuat *section*, gunakan *tools rebar* untuk menginput tulangan utama dan tulangan sengkang sesuai dengan ukuran gambar rencana. Selanjutnya *copy* kepada item pondasi yang sama.



Gambar 3. 15 Penulangan Pondasi Bore Pile

j. Penulangan Pile Cap

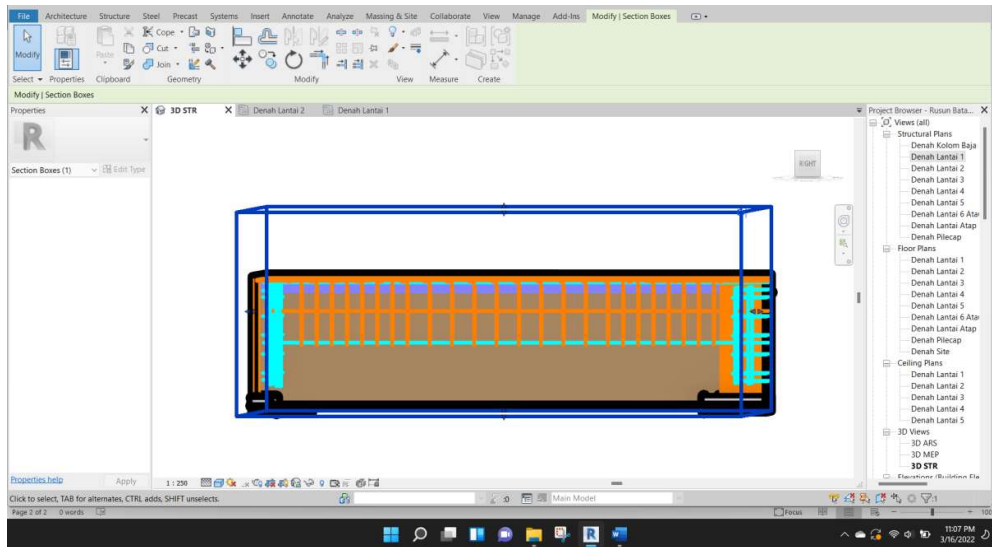
Mendesain penulangan untuk *pile cap* terlebih dahulu melakukan *section* atau membuat potongan untuk mempermudah pemodelan penulangan. Setelah dibuat *section*, gunakan *tools rebar* untuk menginput tulangan utama dan tulangan sengkang sesuai dengan ukuran gambar rencana. Selanjutnya *copy* kepada item pondasi yang sama.



Gambar 3. 16 Penulangan Pile Cap

k. Penulangan Tie Beam

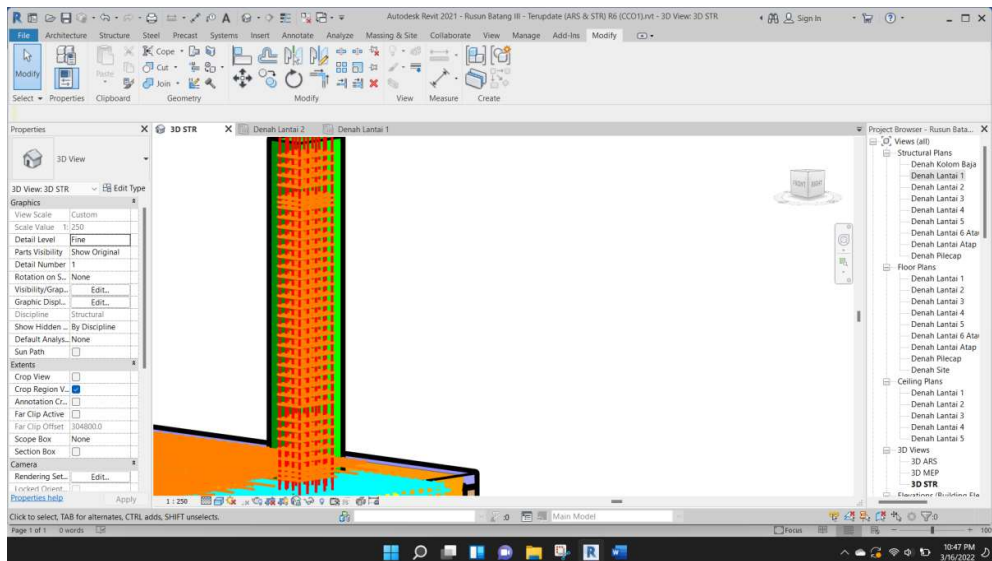
Mendesain penulangan untuk *tie beam* terlebih dahulu melakukan *section* atau membuat potongan untuk mempermudah pemodelan penulangan. Setelah dibuat *section*, gunakan *tools rebar* untuk menginput tulangan utama dan tulangan sengkang sesuai dengan ukuran gambar rencana. Selanjutnya *copy* kepada item pondasi yang sama.



Gambar 3. 17 Penulangan Tie Beam

1. Penulangan Kolom

Mendesain penulangan untuk kolom terlebih dahulu melakukan *section* atau membuat potongan untuk mempermudah pemodelan penulangan. Setelah dibuat *section*, gunakan *tools rebar* untuk menginput tulangan utama dan tulangan sengkang sesuai dengan ukuran gambar rencana. Selanjutnya *copy* kepada item pondasi yang sama.



Gambar 3. 18 Penulangan Kolom