



## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Uraian Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari empat tahapan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.1 dengan rincian sebagai berikut:

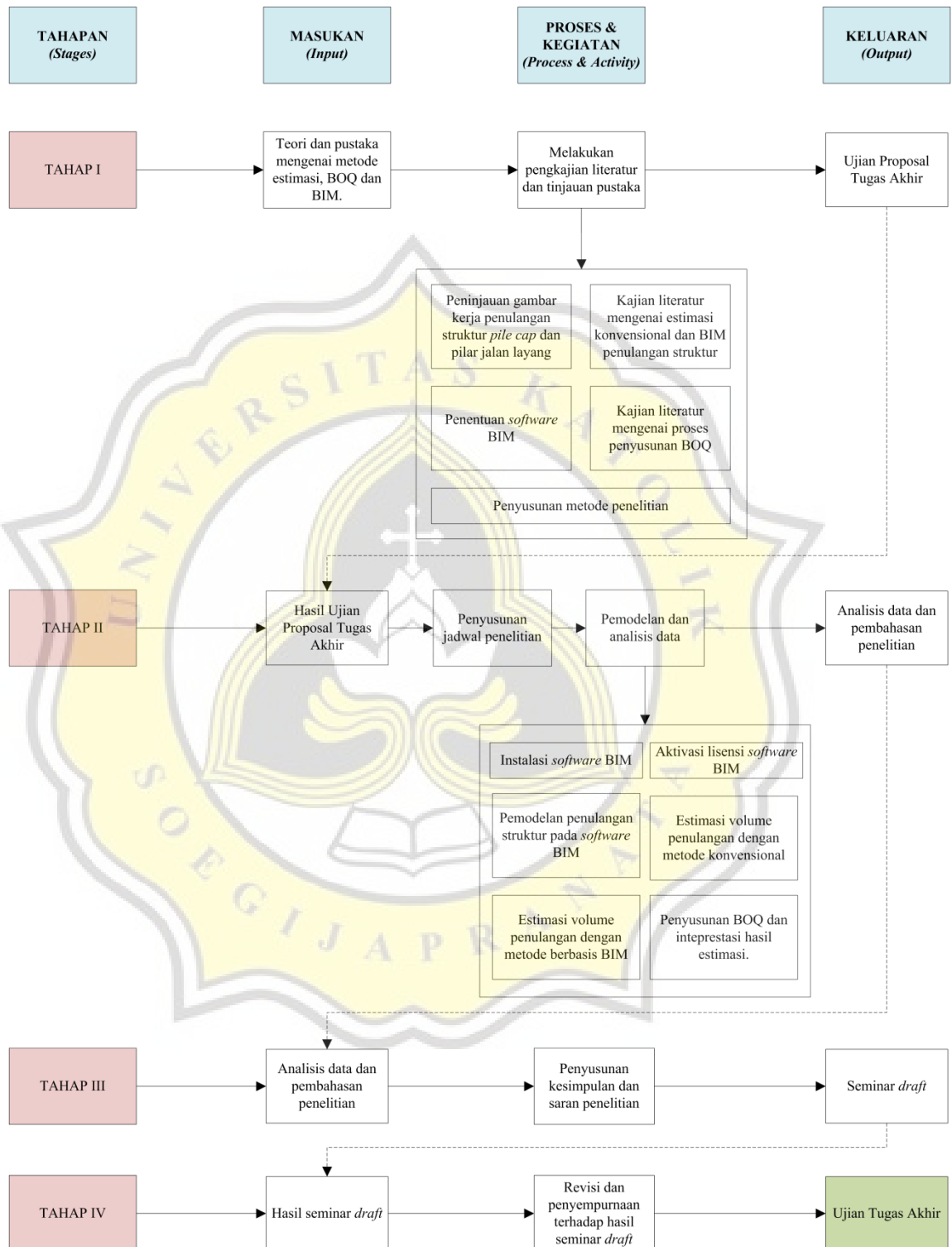
- a. Tahap I, meliputi kegiatan pengkajian literatur dan tinjauan terhadap sumber-sumber pustaka yang digunakan dalam penelitian. Hasil dari Tahap I berupa ujian proposal tugas akhir.
- b. Tahap II, adalah kegiatan pelaksanaan penelitian berdasarkan jadwal dan target penelitian, penginstalan perangkat lunak yang dibutuhkan, analisis dan pengolahan data, serta menyusun pembahasan.
- c. Tahap III, meliputi analisis akhir terhadap hasil penelitian, dilanjutkan dengan penyusunan kesimpulan dan saran penelitian. Hasil dari Tahap III berupa seminar *draft* tugas akhir.
- d. Tahap IV, meliputi kegiatan revisi dan penyempurnaan terhadap hasil seminar *draft* sebagai tahap akhir dari penelitian. Hasil dari Tahap IV berupa ujian tugas akhir.

Gambar 3.1 memperlihatkan alur pengerjaan metode penelitian beserta komponennya yaitu masukan (*Input*), proses dan kegiatan (*Process and activity*), serta keluaran (*Output*). Tahap I merupakan tahapan awal penelitian dengan masukan berupa kajian literatur dari sumber buku, jurnal, *website* dan keluaran berupa ujian proposal tugas akhir. Tahap II merupakan kelanjutan dari ujian proposal tugas akhir dengan keluaran berupa analisis data dan pembahasan penelitian. Analisis data dilakukan dengan dua cara yaitu secara konvensional menggunakan alat bantu *Microsoft Excel* dan berbasis BIM menggunakan *Allplan Engineering*. Tahap III dilakukan penyusunan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian dengan keluaran berupa seminar *draft* tugas akhir. Tahap IV menjadi tahapan terakhir dari penelitian dengan masukan berupa penyempurnaan terhadap hasil seminar *draft* dan keluaran berupa ujian tugas akhir.



Tugas Akhir

Studi Perbandingan Estimasi *Bill of Quantity* pada Pekerjaan Penulangan *Pile Cap*, Pilar Tunggal dan Ganda Jalan Layang Antara Metode Konvensional dan BIM (*Building Information Modeling*)



Gambar 3.1 Alur Metode Penelitian.



### 3.2. Tahap I : Ujian Proposal Tugas Akhir

Pada Tahap I dilakukan kegiatan pengumpulan, peninjauan serta pengkajian terhadap literatur yang digunakan sebagai pustaka penelitian. Sumber pustaka tersebut meliputi:

- a. Teori mengenai metode estimasi konvensional serta metode estimasi berbasis BIM (*Building Information Modeling*).
- b. Teori yang berkaitan dengan BOQ (*Bill of Quantity*) dan QTO (*Quantity Take Off*) berupa pengertian, fungsi dan tujuan penyusunan, format penyusunan dan metode penyusunan.
- c. Spesifikasi perangkat lunak berbasis BIM dan formula estimasi konvensional yang akan digunakan dalam penelitian.
- d. Prosedur pemodelan penulangan struktur pada perangkat lunak BIM yang digunakan serta evaluasi terhadap model penulangan yang telah dibuat.
- e. Peninjauan gambar rencana penulangan pada struktur *pile cap*, struktur pilar tunggal (*Single pier*) dan struktur pilar ganda (*Portal pier*) proyek jalan layang yang menjadi bahan penelitian.

Tahap I diakhiri dengan kegiatan ujian proposal tugas akhir yang kemudian dilanjutkan pada Tahap II yaitu pengolahan dan analisis data penelitian serta pembahasan.

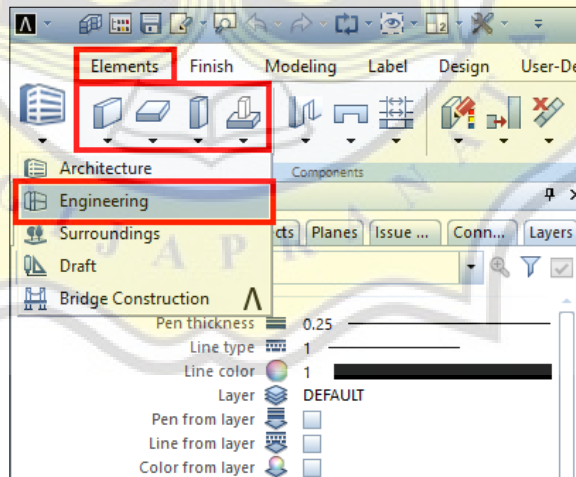
### 3.3. Tahap II : Pengolahan, Analisis, dan Pembahasan Data

Tahap II merupakan kelanjutan setelah ujian proposal, tahap ini diawali dengan penyusunan jadwal atau *timeline* terhadap setiap target penelitian agar alur kerja penelitian menjadi terstruktur dan efisien. Tahap ini kemudian dilanjutkan dengan kegiatan pemodelan dan analisis data. Kegiatan yang dilakukan untuk memodelkan penulangan struktur proyek jalan layang menggunakan *software* BIM *Allplan Engineering* versi 2021 adalah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan dan mempelajari gambar rencana penulangan struktur *pile cap*, struktur pilar tunggal (*Single pier*) dan struktur pilar ganda (*Portal pier*) jalan layang.



- b. Instalasi dan aktivasi lisensi perangkat lunak BIM *Allplan Engineering* sebagai alat bantu estimasi QTO pekerjaan penulangan struktur *pile cap*, struktur pilar tunggal (*Single pier*) dan struktur pilar ganda (*Portal pier*) jalan layang yang menjadi bahan penelitian.
- c. Membuka *software* BIM *Allplan Engineering*, mengatur spesifikasi model sesuai standar atau *code* penulangan yang digunakan yaitu panjang maksimal baja tulangan (12 meter), diameter baja tulangan yang digunakan, satuan utama yaitu *metric SI* dan jarak penulangan.
- d. Melakukan impor gambar rencana CAD dalam format *dwg* ke dalam *Allplan Engineering*.
- e. Membuat pemodelan tiga dimensi struktur *pile cap*, struktur pilar tunggal (*Single pier*) dan struktur pilar ganda (*Portal pier*) jalan layang sesuai gambar rencana. Pemodelan objek struktur menggunakan sub menu *components*, pada menu *elements* seperti diperlihatkan pada Gambar 3.2. Objek struktur *pile cap* dibuat menggunakan tipe komponen *block foundation*, sementara objek struktur pilar tunggal (*Single pier*) dan struktur pilar ganda (*Portal pier*) dibuat menggunakan tipe komponen *column* dan *slab foundation*.

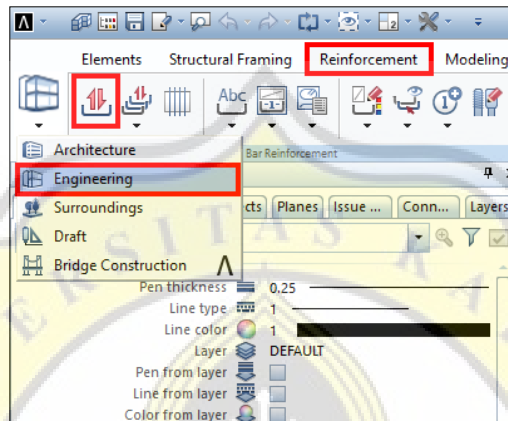


Gambar 3.2 Tampilan Mode *Engineering*, Menu *Elements*, dan Sub Menu *Components*.

- f. Membuat pemodelan baja tulangan dengan cara mengaktifkan mode *engineering*, kemudian memilih menu *reinforcement*.



- g. Mengatur satuan panjang penulangan, dilanjutkan dengan membuat desain penulangan untuk elemen struktur yang ditinjau.
- h. Membuat desain penulangan menggunakan sub menu *bar reinforcement*, *meshes*, dan *sections* pada menu *reinforcement* seperti diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tampilan Mode *Engineering*, Menu *Reinforcement*, dan Sub Menu *Bar Reinforcement*.

- i. Membuat *building structure list* sebagai daftar lembar kerja yang dibuat berdasarkan tipe baja tulangan yang akan dimodelkan.
- j. Membuat *reinforcement schedule* untuk desain penulangan yang sudah dibuat pada tahap sebelumnya menggunakan fitur *reinforcement reports*.
- k. Hasil *reinforcement reports* berupa volume kebutuhan baja tulangan dalam satuan berat (kg) sebagai hasil akhir estimasi.
- l. Setelah penyusunan *reinforcement reports* baja tulangan selesai, selanjutnya berat total tulangan dan jumlah batang tulangan dimuat dalam *quantity take off* (QTO) dan dibandingkan dengan QTO yang dihasilkan metode konvensional.

Kegiatan estimasi volume penulangan struktur jalan layang menggunakan metode konvensional dengan *Microsoft Excel* sebagai alat bantu adalah sebagai berikut :

- a. Mempelajari gambar rencana penulangan struktur *pile cap*, struktur pilar tunggal (*Single pier*) dan struktur pilar ganda (*Portal pier*) jalan layang.
- b. Membuat *template* estimasi volume penulangan. *Template* ini berisi standar atau *code* yang memuat ketentuan panjang penyaluran, *bending pin* dan berat baja tulangan, kemudian diterjemahkan menjadi formula atau rumus estimasi.





- c. Membuat tabel atau formulir estimasi yang berisi parameter baja tulangan pada lembar kerja *Microsoft Excel*. Tabel estimasi ini disusun berdasarkan data dimensi dari elemen struktur (*pile cap*, pilar tunggal dan ganda), jumlah tulangan yang digunakan, diameter tulangan, berat per meter panjang tulangan, dan panjang tulangan per batang.

Tabel 3.1 Format Estimasi Volume Penulangan Menggunakan *Microsoft Excel*

Bentuk Bungkakan	Bagian	Diameter (mm)	Jumlah (batang)	Panjang Bungkakan (m)	Panjang Satu Batang (m)	Panjang Semua Batang (m)	Berat Per Meter (kg/m)	Volume Kerja (kg)
<i>x</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>	<i>x7</i>	<i>x8</i>
<i>y</i>	<i>y1</i>	<i>y2</i>	<i>y3</i>	<i>y4</i>	<i>y5</i>	<i>y6</i>	<i>y7</i>	<i>y8</i>

- d. Melakukan penyesuaian dan pengelompokan per elemen struktur dari gambar rencana yang akan diestimasi dalam tabel estimasi tersebut.
- e. Melakukan estimasi untuk keseluruhan bagian penulangan dalam satu elemen struktur yang ditinjau.
- f. Hasil volume kebutuhan baja tulangan dalam satuan kg sebagai hasil akhir estimasi.
- g. Setelah perhitungan untuk seluruh parameter dan elemen struktur selesai, selanjutnya berat total tulangan dan jumlah batang tulangan dimuat dalam QTO dan dibandingkan dengan QTO yang dihasilkan metode berbasis BIM.

Analisis perbandingan QTO kedua metode dilakukan dengan mengacu pada aspek-aspek pembandingan untuk menentukan metode estimasi yang paling optimal. Aspek atau parameter pembandingan yang digunakan yaitu aspek evaluasi metode estimasi, aspek waktu penyelesaian estimasi, dan aspek volume hasil estimasi. Beberapa ketentuan yang terdapat dalam ketiga aspek tersebut diuraikan sebagai berikut :

- a. Aspek evaluasi metode estimasi mencakup kemudahan proses estimasi dan fitur yang dapat diakomodasi oleh setiap metode estimasi.
- b. Aspek waktu penyelesaian estimasi menguraikan setiap pekerjaan yang dilakukan pada setiap metode estimasi beserta durasi penyelesaiannya.



Persamaan yang digunakan mengetahui persentase masing-masing metode untuk menyelesaikan estimasi yaitu Persamaan 3.1.

$$\left(\frac{\text{Total Durasi Estimasi 1}}{\text{Total Durasi Estimasi 2}}\right) \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

(Sumber: Baskoro, 2019)

Pada Persamaan 3.1, total durasi estimasi 1 dan 2 dipilih dari kedua metode yang digunakan. Total durasi estimasi 1 dipilih dari metode yang menghasilkan durasi waktu penyelesaian lebih kecil daripada metode yang lain.

c. Aspek volume hasil estimasi adalah parameter yang membandingkan selisih volume penulangan yang dihasilkan kedua metode estimasi. Persentase selisih volume estimasi baja tulangan antara metode estimasi konvensional dan estimasi berbasis BIM ditentukan menggunakan persamaan berikut yang diolah dari Anindya dan Gondokusumo (2020). Pada Persamaan 3.2, total volume 1 merujuk pada volume terbesar antara metode estimasi konvensional dengan metode berbasis BIM, sementara total volume 2 merujuk pada volume yang lebih kecil antara kedua metode estimasi tersebut.

$$\left(\frac{\text{Total Volume 1}-\text{Total Volume 2}}{\text{Total Volume 1}}\right) \times 100 \% \dots\dots\dots(3.2)$$

(Sumber: Anindya dan Gondokusumo, 2020)

**3.4. Tahap III : Seminar *Draft* Tugas Akhir**

Pada Tahap III dilakukan penyusunan kesimpulan serta saran dari penelitian yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Kesimpulan berisi sejumlah poin penting dari hasil penelitian yang dimuat dalam bab pembahasan pada Tahap II, selain itu kesimpulan berisi jawaban dari rumusan masalah yang telah disusun pada proposal serta terfokus untuk menjawab tujuan dilakukannya penelitian. Saran penelitian disusun setelah kesimpulan, bagian saran memuat pernyataan penulis yang didasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan. Pernyataan tersebut dapat berupa rekomendasi atau usulan untuk mengembangkan penelitian serupa dimasa mendatang. Penyusunan kesimpulan dan saran penelitian merupakan bagian akhir dari penyusunan laporan yang kemudian akan dilanjutkan dengan seminar *draft* tugas akhir.



### 3.5. Tahap IV : Ujian Tugas Akhir

Pada Tahap IV dilakukan penyempurnaan terhadap hasil seminar *draft* tugas akhir berupa perbaikan terhadap kesalahan dan kekurangan yang ditemukan. Setelah penyempurnaan laporan selesai, dilanjutkan dengan ujian tugas akhir serta penyempurnaan terhadap laporan tugas akhir secara keseluruhan pasca ujian. Penyempurnaan laporan tugas akhir bertujuan agar kualitas laporan menjadi lebih baik serta layak digunakan sebagai sumber rujukan bagi penelitian pada masa mendatang.

