

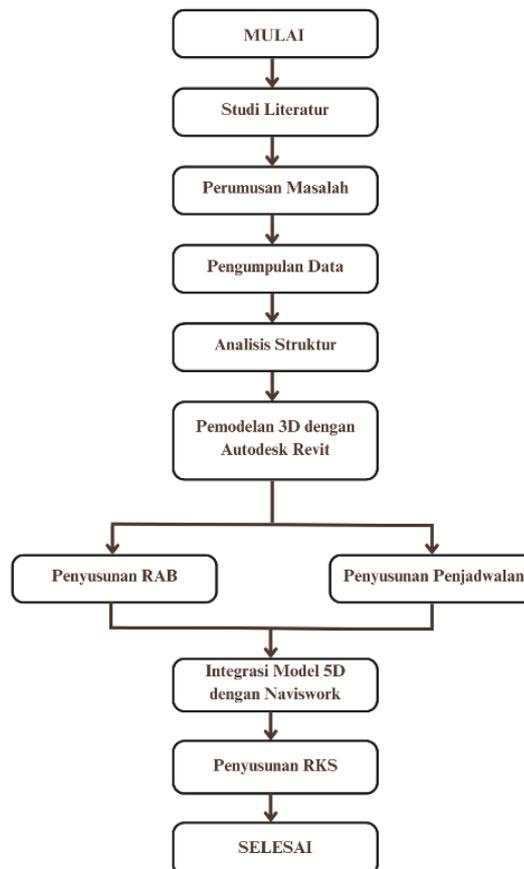
## BAB III

### METODE PERENCANAAN

#### 3.1. Konsep Metode Perencanaan

Pada perencanaan Jembatan Cidikit dimulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, analisis struktur menggunakan Robot Structure Analysis dan Structure Bridge Analysis, pemodelan struktur menggunakan Revit Autodesk, perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) menggunakan Microsoft Excel, perencanaan *time schedule* menggunakan Microsoft Project, serta penyusunan rencana kerja dan syarat-syarat (RKS).

#### 3.2. Diagram Alir Perencanaan Jembatan Cidikit



Gambar 3. 1 Diagram alir perencanaan

### 3.3. Tahapan Perencanaan Jembatan Cidikit

#### 3.3.1. Pengumpulan Data

Perencanaan kembali Jembatan Cidikit menggunakan data primer dan data sekunder sebagai berikut :

- Data Primer

Data primer pada perencanaan kembali proyek Jembatan Cidikit dilakukan langsung di lapangan oleh pihak surveyor untuk mendapatkan data guna mengetahui kondisi tanah yang akan menjadi lokasi pengerjaan proyek Jembatan Cidikit. Uji yang dilakukan dalam perencanaan ini adalah *Standard Penetration Test*.

*Standard Penetration Test* dilakukan langsung di lokasi dengan cara pengeboran dan dilanjutkan dengan penumbukan, uji ini paling sering digunakan untuk mengukur kepadatan relative tanah-tanah granular (Sihite, 2015). Hasil uji SPT untuk mengetahui sifat rekayasa geoteknik tanah.

- Data Sekunder

Data sekunder merupakan sebagai data pelengkap yang dibutuhkan untuk merencanakan proyek jembatan. Data sekunder didapatkan oleh pihak surveyor berupa data Lalu Lintas Harian (LHR), data topografi, serta data hidrologi.

#### 3.3.2. Analisis Struktur

Analisis struktur pada perencanaan Jembatan Cidikit dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan pembebanan yang terjadi serta kebutuhan tulangan yang akan digunakan pada struktur jembatan. Pada perencanaan proyek jembatan akan dilakukan analisa pada struktur atas dan struktur bawah dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Parapet

Parapet adalah struktur paling atas pada struktur atas jembatan yang perlu dilakukan analisis struktur sebagai berikut :

1. Menentukan tebal dan lebar Parapet serta tinggi parapet.

2. Merencanakan beberapa parameter yaitu, mutu beton, mutu baja tulangan, berat jenis beton, berat pipa galvanis.
  3. Melakukan analisa pembebanan untuk beban mati yang terdiri dari beban Parapet itu sendiri.
  4. Menghitung luas tulangan utama serta memeriksa diameter tulangan rencana terhadap luas tulangan utama yang dibutuhkan.
  5. Menentukan jarak antar tulangan.
  6. Memeriksa luas penampang nominal tulangan bagi.
  7. Menghitung luas penampang nominal tulangan rencana dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.
- Trotoar  
 Pada analisis struktur trotoar dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :
    1. Merencanakan beberapa parameter antara lain mutu beton, lebar, panjang, dan tebal trotoar.
    2. Menghitung pembebanan yang terjadi yaitu beban dari Parapet, trotoar itu sendiri, serta beban hidup yakni beban vertikal dan beban horizontal.
    3. Menghitung momen ultimit.
    4. Menghitung luas tulangan utama serta memeriksa diameter tulangan rencana terhadap luas tulangan utama yang dibutuhkan.
    5. Menentukan jarak antar tulangan.
    6. Memeriksa luas penampang nominal tulangan bagi.
    7. Menghitung luas penampang nominal tulangan rencana dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.
  - Plat Kantilever  
 Pada analisis struktur plat kantilever dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :
    1. Merencanakan beberapa parameter antara lain mutu beton, lebar, panjang, dan tebal plat.
    2. Menghitung pembebanan yang terjadi yaitu beban dari parapet, plat kantilever itu sendiri, plat lantai, aspal, air hujan, dan tiang sandaran.
    3. Menghitung momen ultimit.

4. Menghitung luas tulangan utama serta memeriksa diameter tulangan rencana terhadap luas tulangan utama yang dibutuhkan.
5. Menentukan jarak antar tulangan.
6. Memeriksa luas penampang nominal tulangan bagi.
7. Menghitung luas penampang nominal tulangan rencana dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.

- Plat Lantai

Plat lantai yang merupakan salah satu bagian pada struktur atas jembatan perlu dilakukan analisis struktur sebagai berikut :

1. Menentukan tebal plat lantai jembatan.
2. Merencanakan beberapa parameter yaitu, mutu beton, tebal perkerasan jalan, tebal lapisan hujan, mutu baja tulangan, berat jenis beton, dan berat jenis air hujan.
3. Melakukan analisa pembebanan untuk beban mati yang terdiri dari beban plat lantai itu sendiri, air hujan, serta beban terpusat dari parapet dengan SAP2000.
4. Melakukan analisa pembebanan untuk beban hidup yaitu beban "T" dengan SAP2000.
5. Menghitung luas tulangan utama serta memeriksa diameter tulangan rencana terhadap luas tulangan utama yang dibutuhkan.
6. Menentukan jarak antar tulangan.
7. Memeriksa luas penampang nominal tulangan bagi.
8. Menghitung luas penampang nominal tulangan rencana dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.

- Diafragma

Pada diafragma analisa struktur dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Merencanakan beberapa parameter yaitu mutu beton, selimut beton, tinggi, tebal, tinggi efektif, mutu baja tulangan, diameter tulangan utama, diameter tulangan bagi.
2. Menghitung pembebanan dari beban diafragma itu sendiri.

3. Menghitung luas tulangan utama serta memeriksa diameter tulangan rencana terhadap luas tulangan utama yang dibutuhkan.
4. Menentukan jarak antar tulangan.
5. Memeriksa luas penampang nominal tulangan bagi.
6. Menghitung luas penampang nominal tulangan rencana dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.

- Plat Deck

Pada analisis struktur plat deck dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Merencanakan beberapa parameter antara lain mutu beton, lebar, panjang, dan tebal dari plat deck.
2. Menghitung pembebanan yang terjadi yaitu beban pada plat lantai jembatan dan beban dari plat deck itu sendiri.
3. Menghitung momen ultimit.
4. Menghitung luas tulangan utama serta memeriksa diameter tulangan rencana terhadap luas tulangan utama yang dibutuhkan.
5. Menentukan jarak antar tulangan.
6. Memeriksa luas penampang nominal tulangan bagi.
7. Menghitung luas penampang nominal tulangan rencana dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.

- PCI Girder

Girder yang digunakan pada perencanaan proyek Jembatan Cidikit adalah jenis PCI, berikut merupakan langkah-langkah analisis struktur :

1. Merencanakan beberapa parameter antara lain mutu beton, lebar jembatan, panjang jembatan, tinggi girder ditambah dengan tinggi plat deck, dan jarak antar girder.
2. Melakukan analisa pada penampang balok prategang non-komposit.
3. Melakukan analisa pada penampang balok prategang komposit.
4. Menghitung beban mati yang terjadi antara lain beban struktur  $M_s$ , beban struktur  $M_a$ , beban lajur  $D$ , beban angin, keadaan batas kuat I, keadaan layan I, dan keadaan layan III.
5. Perencanaan tendon dan strand.

6. Menghitung jumlah kebutuhan dan perletakan tendon dan strand pada gelagar.
  7. Merencanakan layout tendon serta membagi masing-masing jumlah strand setiap tendon menyesuaikan jumlah strand minimum.
  8. Memperhitungkan kehilangan prategang jangka panjang ketika dilakukan stressing.
  9. Menghitung total kehilangan gaya prategang dan persentasenya.
  10. Menghitung penulangan bagi, tulangan geser, tulangan bursting zone, dan shear connector.
- Bearing Pad  
Analisis struktur pada bearing pad dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :
    1. Menghitung pembebanan yang terjadi secara vertikal yakni, beban dari parapet, plat lantai jembatan, diafragma, gelagar, serta beban hidup.
    2. Menghitung pembebanan secara horizontal, yaitu beban gaya rem, beban gesekan, dan beban gempa.
    3. Merencanakan dimensi berdasarkan BMS BDM pasal 7.1.1
    4. Memeriksa kontrol sesuai dengan BMS BDM pasal 7.1.1
  - Plat Injak  
Pada struktur plat injak dapat dilakukan analisa stuktur dengan langkah-langkah berikut :
    1. Melakukan perhitungan pembebanan yang terjadi meliputi beban plat injak itu sendiri dan beban tanah.
    2. Menghitung momen ultimit.
    3. Menghitung luas tulangan utama serta memeriksa diameter tulangan rencana terhadap luas tulangan utama yang dibutuhkan.
    4. Menentukan jarak antar tulangan.
    5. Memeriksa luas penampang nominal tulangan bagi.
    6. Menghitung luas penampang nominal tulangan rencana dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.

- Abutment

Pada abutmen akan dilakukan analisa struktur dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menghitung beban mati yakni beban mati akibat abutment itu sendiri, beban mati akibat struktur atas, akibat tekanan tanah aktif.
2. Menghitung beban hidup yang terjadi yaitu beban D, beban gempa, beban rem, akibat tekanan tanah aktif.
3. Melakukan analisa stabilitas abutment terhadap gaya geser, guling, eksentrisitas, dan daya dukung tanah.
4. Menghitung momen ultimit.
5. Menghitung luas tulangan utama serta memeriksa diameter tulangan rencana terhadap luas tulangan utama yang dibutuhkan.
6. Menentukan jarak antar tulangan.
7. Memeriksa luas penampang nominal tulangan bagi.
8. Menghitung luas penampang nominal tulangan rencana dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.

- Pondasi (Borepile)

Pada perencanaan proyek Jembatan Cidikit menggunakan jenis pondasi borepile dengan dilakukan menghitung kapasitas daya dukung tiang sebagai analisa strukturnya.

### 3.3.3. Permodelan dengan Autodesk Revit

Pada analisis struktur telah didapatkan dimensi, diameter tulangan, serta mutu beton dari jembatan yang akan direncanakan, selanjutnya dilakukan pemodelan struktur dengan bantuan software Autodesk Revit. Struktur akan dimodelkan dalam bentuk tiga dimensi (3D). Berikut merupakan langkah-langkah membuat pemodelan struktur 3D:

1. Membuat project baru
2. Membuat grid dan level untuk Batasan vertical dan horizontal
3. Membuat family baru, karena di Autodesk Revit untuk beberapa bagian struktur jembatan belum lengkap sehingga diperlukan pembuatan family

baru dan diberi nama sesuai dengan bagian-bagian struktur yang akan ditambah.

4. Memasukkan jenis material ke dalam properties family sesuai dengan jenis material yang telah direncanakan.
5. Menggabungkan family struktur yang telah dibuat ke dalam project.
6. Membuat pembesian struktur setelah menggabungkan family pada satu project. Beri nama pembesian sesuai dengan dimensi dan jarak antar tulangan sesuai dengan yang telah direncanakan.
7. Melakukan *quantity take off* untuk mendapatkan pengukuran rinci bahan dan material.
8. Dari data pengukuran bahan dan material akan didapatkan volume optimal untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan membuat jadwal pekerjaan.

#### 3.3.4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dapat dibuat setelah perencana mempunyai data perencanaan yang jelas seputar lokasi, struktur jembatan, volume pekerjaan, serta gambar atau pemodelan struktur jembatan. Berikut merupakan langkah-langkah membuat rencana anggaran biaya untuk perencanaan Jembatan Cidikit :

##### 1. Menentukan Divisi Pekerjaan

Sebelum dilakukan perhitungan RAB, perencana dapat menentukan divisi pekerjaan untuk mempermudah dalam menghitung per pekerjaan. Divisi pada perencanaan Jembatan Cidikit adalah Divisi I, Divisi III, dan Divisi IV.

##### 2. Menentukan Harga Satuan

Menentukan harga satuan dapat dilakukan setelah perhitungan volume pekerjaan, harga yang akan dicantumkan harus harga yang relevan sesuai dengan kondisi saat itu. Menentukan harga satuan bertujuan untuk mendapatkan nilai yang efisien namun tetap mendapatkan mutu yang sesuai dengan desain jembatan.

##### 3. Membuat Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) merupakan perhitungan kebutuhan biaya berdasarkan upah tenaga kerja, material, dan peralatan yang digunakan

selama masa konstruksi berlangsung. Tujuan dari membuat AHSP adalah untuk mendapatkan harga satuan untuk jenis pekerjaan tertentu.

#### 4. Menghitung Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan harga satuan yang telah didapat dalam perhitungan AHSP, selanjutnya dapat menghitung RAB dengan cara mengalikan harga satuan dengan volume yang telah dihitung sebelumnya. Jumlah harga yang telah didapatkan per divisi dapat direkap dan dijumlahkan, lalu ditambah dengan nilai PPN sebesar 11%.

#### 3.3.5. Perencanaan Penjadwalan Pekerjaan Konstruksi

Perencanaan jadwal pekerjaan konstruksi untuk proyek Jembatan Cidikit menggunakan Microsoft Project. Penyusunan jadwal dapat dilakukan secara beringiringan pada saat membuat Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Berikut merupakan langkah-langkah penyusunan jadwal pekerjaan menggunakan Microsoft Project :

##### 1. Membuat Daftar Pekerjaan

Langkah pertama untuk menyusun jadwal pekerjaan adalah membuat daftar pekerjaan. Daftar pekerjaan dibuat sesuai dengan susunan pada RAB. Setelah dibuat daftar pekerjaan dapat merapikan daftar dengan cara mengklik indent atau outdent dengan tujuan mengelompokkan pekerjaan sesuai dengan divisi-divisi yang ada.

##### 2. Menambahkan Durasi Pekerjaan

Penyusunan durasi pekerjaan dilakukan setelah daftar pekerjaan tersusun rapi. Durasi pekerjaan dapat ditentukan sendiri, lalu dapat dilanjutkan menambah waktu mulai.

##### 3. Membuat Relasi Pekerjaan

Relasi pekerjaan dibuat untuk menghubungkan pekerjaan-pekerjaan yang ada untuk menghasilkan susunan penjadwalan. Terdapat 4 (empat) jenis hubungan pekerjaan yang mungkin terjadi, yaitu :

- Finish to Start (FS), berarti pekerjaan B dapat dimulai setelah pekerjaan A telah selesai dilakukan.

- Start to Start (SS), berarti pekerjaan B tidak dapat dimulai sebelum pekerjaan A dimulai juga.
  - Finish to Finish (FF), berarti pekerjaan B tidak dapat diselesaikan sampai pekerjaan A diselesaikan.
  - Start to Finish (SF), berarti pekerjaan B tidak dapat diselesaikan sampai pekerjaan A dimulai.
4. Menentukan Sumberdaya  
 Sumberdaya yang dimasukkan ke dalam daftar hanya yang akan digunakan untuk melaksanakan kegiatan perencanaan tersebut. Sumberdaya terdiri dari *man power*, perlengkapan, dan material. Sumberdaya yang telah terdaftar akan dialokasikan kepada daftar kegiatan yang telah disusun sebelumnya.
  5. Membuat Jadwal Pekerjaan  
 Setelah langkah-langkah di atas, dapat ditampilkan jadwal pekerjaan sesuai dengan data-data yang telah dimasukkan sebelumnya.
  6. Memonitor Pelaksanaan Kegiatan Proyek  
 Selanjutnya dapat dilakukan monitoring terhadap pekerjaan yang akan dilakukan. Dengan mengamati apa yang terjadi, akan terlihat bagaimana perubahan yang akan terjadi dan kemungkinan mempengaruhi kegiatan lainnya.

### 3.3.6. Integrasi Navisworks

Pada perencanaan proyek Jembatan Cidikit menggunakan software Autodesk Naviswork untuk mengintegrasikan data desain yang telah dibuat modelnya menggunakan software Autodesk Revit dan jadwal proyek yang dibuat dengan Microsoft Project. Berikut merupakan langkah-langkah integrasi menggunakan software Autodesk Naviswork :

1. Input Modeling  
 Pada langkah pertama dapat menginput model yang telah dibuat di software Autodesk Revit dalam bentuk 3D.
2. Memasukkan List Pekerjaan

List pekerjaan yang diinput menyesuaikan struktur yang telah dibuat, dimulai dari struktur bawah hingga struktur atas.

3. Memasukkan Jadwal Pekerjaan

Jadwal pekerjaan yang diinput menyesuaikan dengan data yang telah dibuat menggunakan Microsoft Project.

4. Mengelompokkan Semua Bagian

Dari model, list pekerjaan, dan jadwal yang telah diinput dapat dikelompokkan menjadi urutan pekerjaan yang sesuai.

5. Membuat Simulasi Pekerjaan

Setelah semua pekerjaan telah dikelompokkan sesuai dengan model dan jadwal maka dapat dilanjutkan langkah terakhir yaitu membuat video simulai pekerjaan mulai dari awal pekerjaan hingga selesai.

### 3.3.7. Penyusunan Rencana Kerja & Syarat-syarat

Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) yang direncanakan berisi persyaratan teknis seperti detail desain, material yang digunakan, karakteristik fisik dan metode pelaksanaan pekerjaan yang berdasarkan gambar kerja, rencana biaya, dan jadwal proyek.