

BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1 Gambaran Umum

3.1.1 Lokasi Penelitian

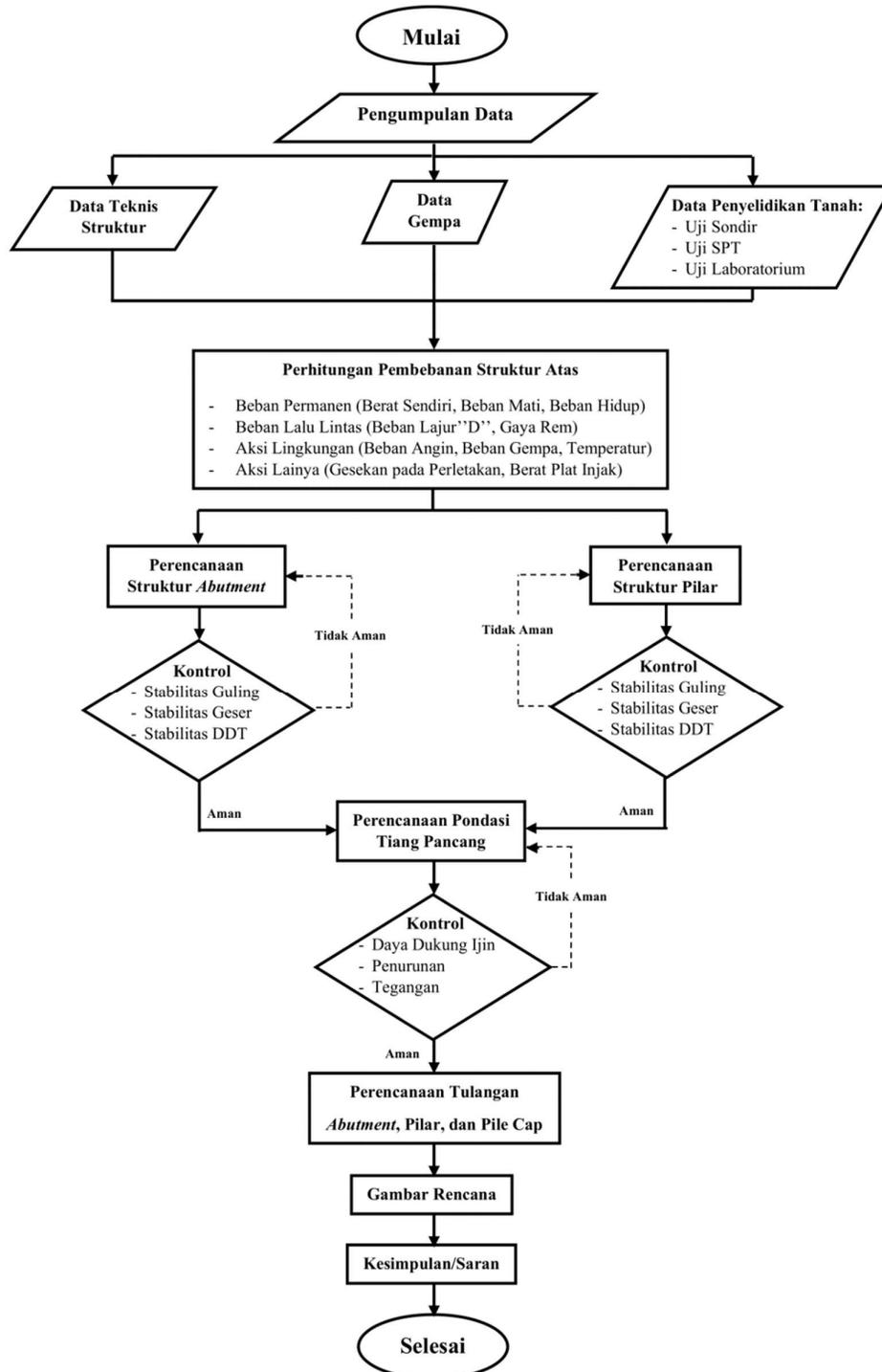
Lokasi proyek pembangunan Jembatan Ngadi terletak di Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur seperti yang tersaji pada **Gambar 3.1**. Jembatan Ngadi ini merupakan jembatan pengganti dari jembatan sebelumnya. Penggantian jembatan ini dilakukan karena jembatan sebelumnya mengalami keruntuhan pada tahun 2017 karena diterjang banjir. Jembatan ini merupakan penghubung Kabupaten Kediri dan Kabupaten Tulungagung dengan melintasnya anak Sungai Brantas.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Pembangunan Jembatan Ngadi
(Sumber: *Google Earth*)

3.2 Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan merupakan cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencapai tujuan dari penelitian yang sedang dilakukan. Jembatan Ngadi yang ditinjau sebagai tempat penelitian tugas akhir, proyek pembangunan Jembatan Ngadi ini berada di Kecamatan Mojo Kabupaten Kediri. Untuk mencapai tujuan harus dilakukan tahapan-tahapan dan alur perencanaan yang ada dalam diagram



Gambar 3.2 Alur Perencanaan Tugas Akhir

3.2.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data mencakup data keseluruhan yang di butuhkan untuk perencanaan meliputi data tanah, data struktur, dan data gambar yang mendukung perencanaan, Serta data yang diperoleh dari berbagai literatur seperti buku, jurnal, atau website. Data-data yang diperoleh tersebut digunakan sebagai acuan perencanaan menyelesaikan tugas akhir.

3.2.2 Data Umum Proyek

- Nama Proyek : Perencanaan Pembangunan Jembatan Ngadi
- No. Kontrak : 602.1/18517/418.33/2021
- Lokasi Pekerjaan : Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri, Jawa Timur
- Pemilik Proyek : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang
Kabupaten Kediri
- Anggaran Proyek : Rp. 10.342.124.040,26
- Konsultan Pengawas : CV. ADHIRAJASA CIPTANA ENGINEER
- Kontraktor : CV. GALATAMA
- Sumber Dana : APBD Kab. Kediri Tahun Anggaran 2021
- Pelaksanaan : 5 Juni 2022
- Waktu Pelaksanaan : 205 (Dua Ratus Lima) hari kalender
- Masa Pemeliharaan : 365 (Tiga Ratus Enam Puluh Lima) hari kalender
- Jenis Pekerjaan : Infrastruktur
- Site Engineer : Hendra Kurniawan, S.T.
- Supplier Beton : PT. KSB

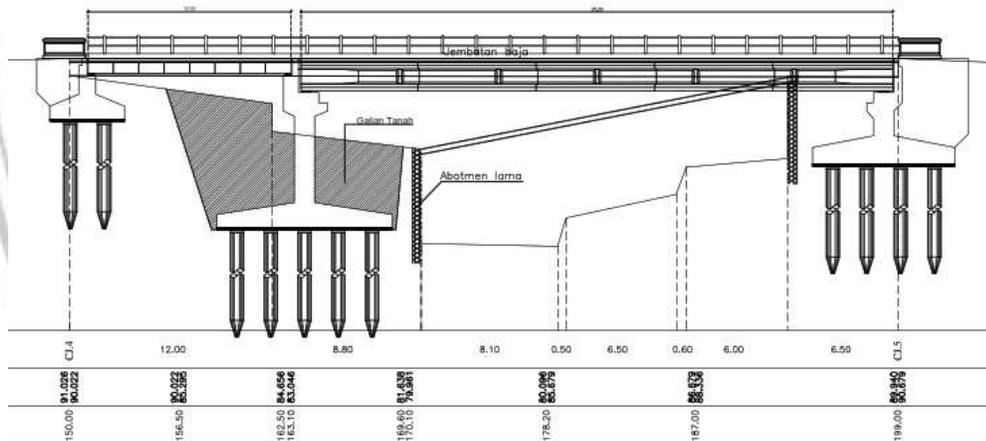
3.2.3 Data Teknis Proyek

- Nama Jembatan : Jembatan Ngadi
- Lokasi : Kabupaten Kediri
- Tipe Jembatan : Jembatan untuk semua kendaraan
- Kelas Jembatan : Kelas B
- Jumlah lalu lintas : 2 Lajur
- Panjang Bentang : 35 meter + 12 meter = 47 meter

- Lebar Jembatan : 8,1 meter
- Lebar Lantai Kendaraan : 7 meter
- Struktur Utama Jembatan : Beton Bertulang

a. Gambar Perencanaan

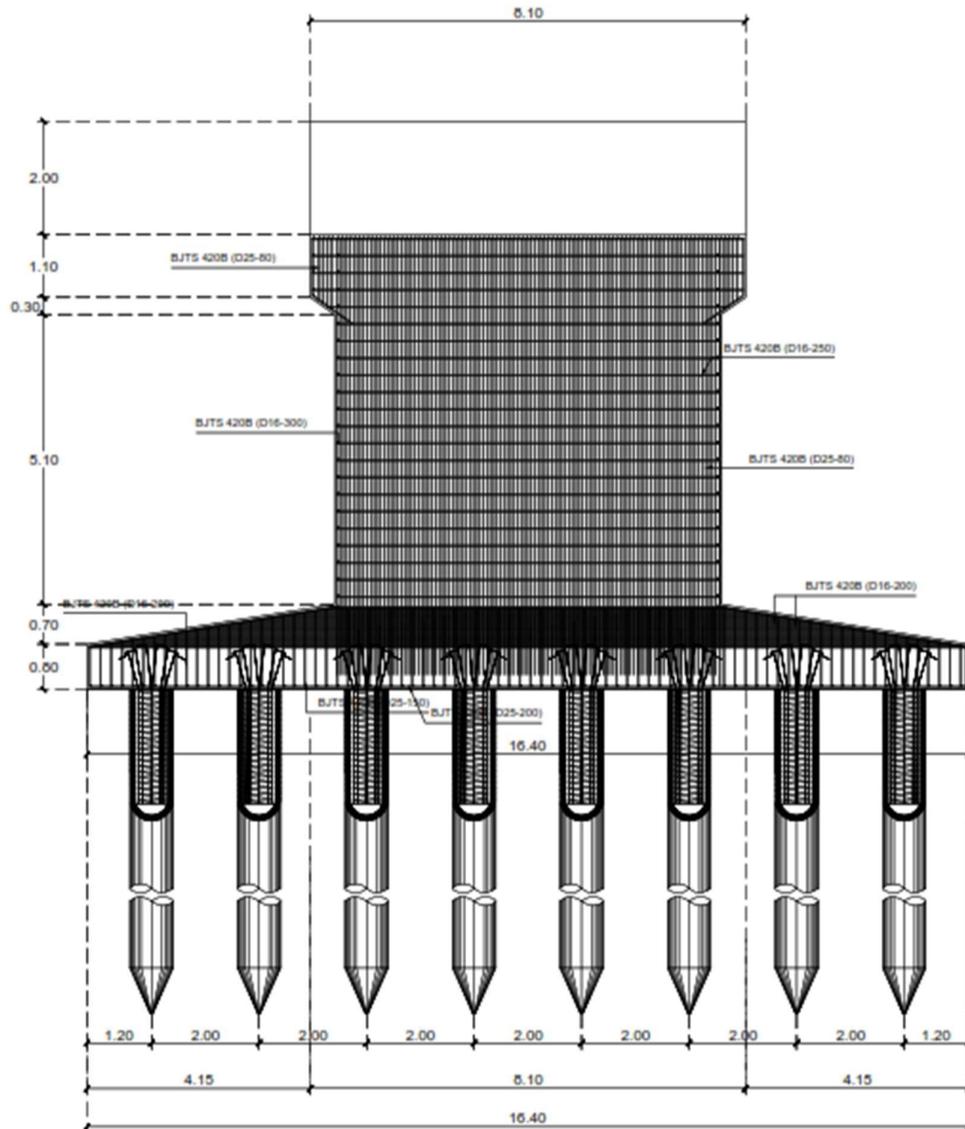
Dalam perencanaan pembangunan Jembatan Ngadi, gambar perencanaan merupakan elemen penting yang di butuhkan. Berikut data gambar yang diperoleh dari pihak proyek pada **Gambar 3.3** merupakan detail tampak samping dari Jembatan Ngadi, sedangkan pada **Gambar 3.5** merupakan potongan A-A *abutment*, *pile cap*, dan tiang pancang, pada **Gambar 3.5** merupakan potongan B-B *abutment*, dan pada **Gambar 3.6** merupakan Gambar denah letak tiang pancang. Berikut data gambar tersebut :



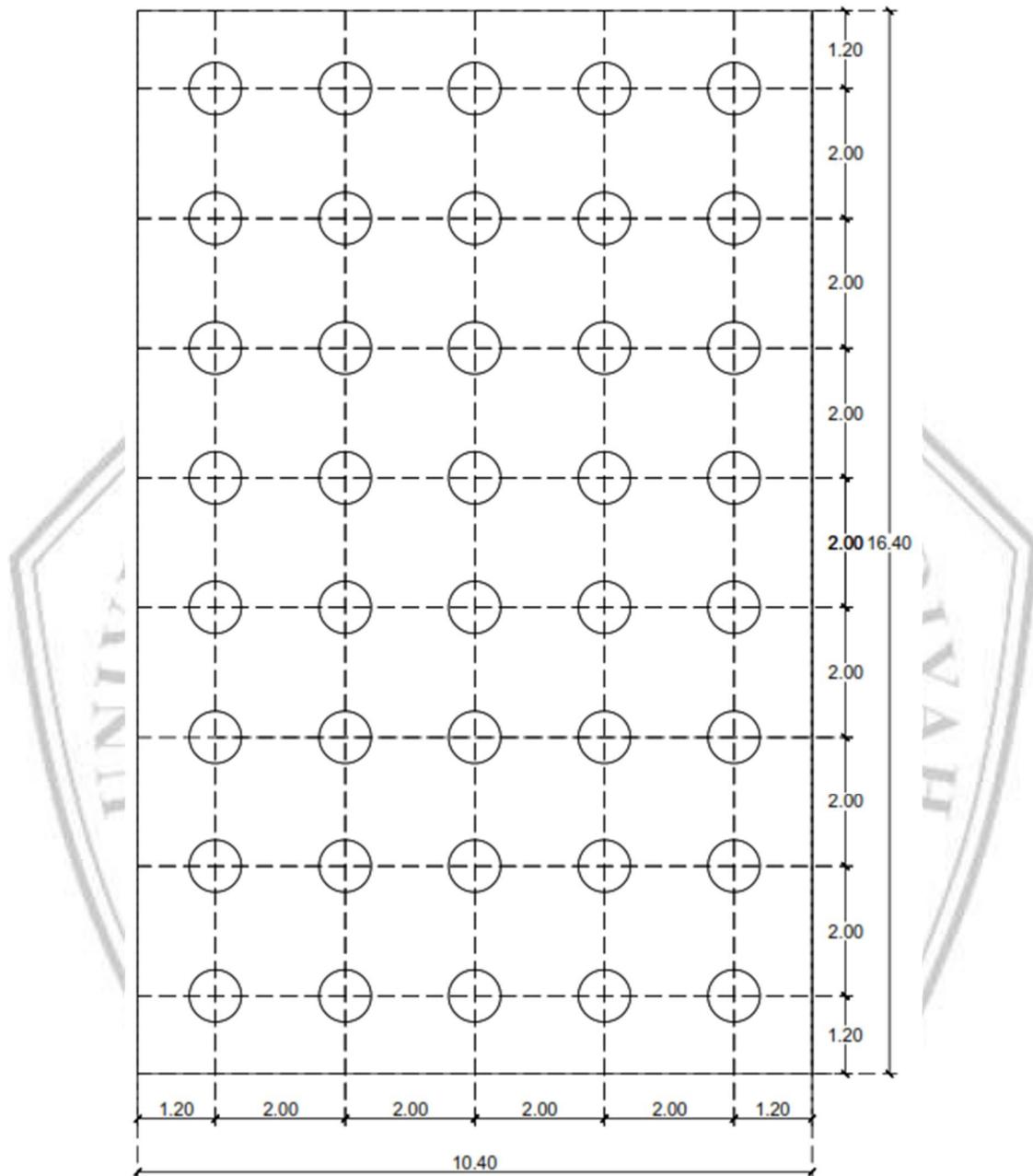
TAMPAK SAMPING JEMBATAN

Skala 1:100

Gambar 3.3 Tampak Samping Jembatan



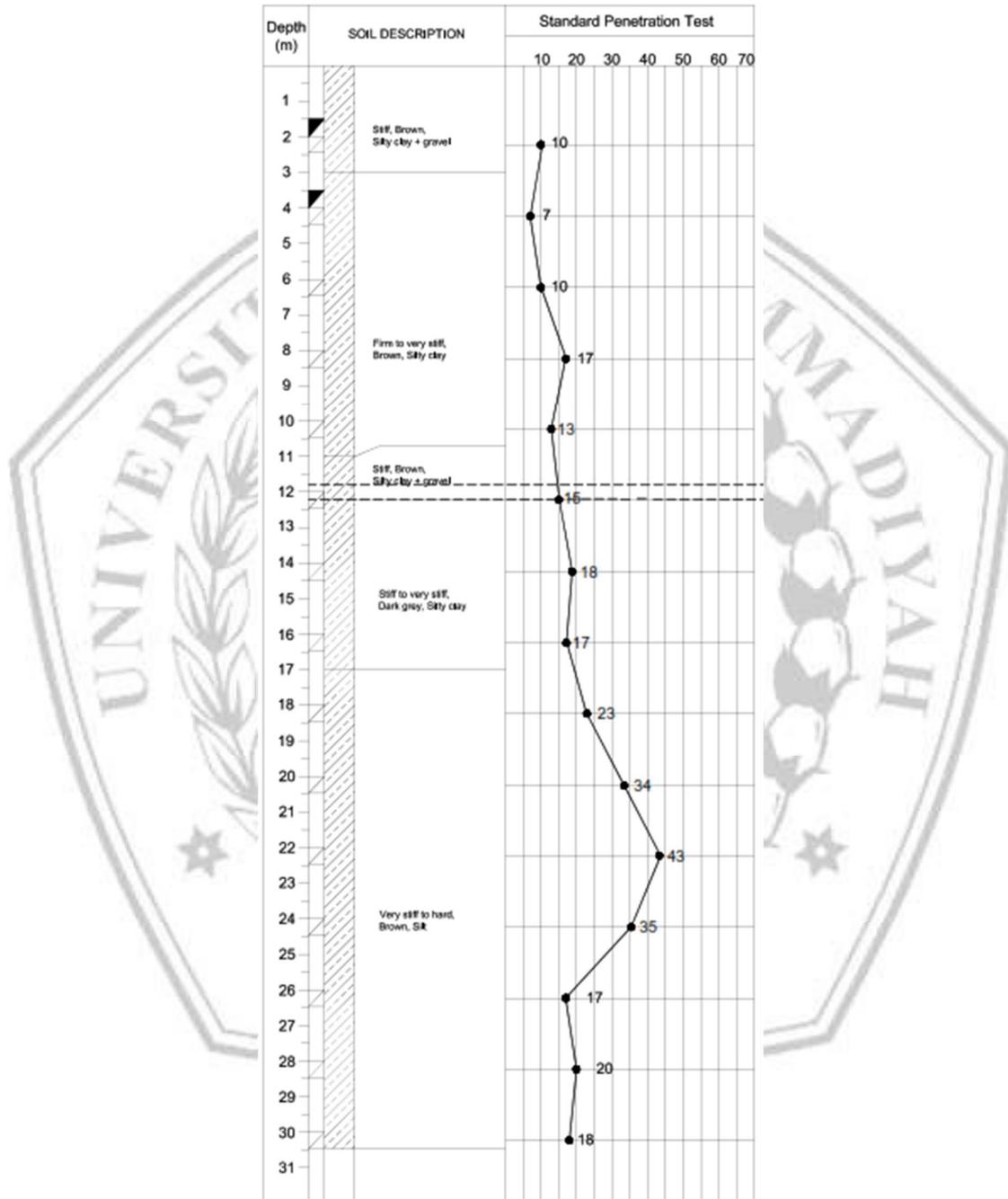
Gambar 3.5 Potongan B-B Abutment



Gambar 3.6 Denah Letak Tiang Pancang

b. Nilai Uji *Standart Penetration Test* (N-SPT)

Berikut hasil pengeboran dengan kedalaman 30 meter dengan uji *standart penetration test*.



Gambar 3.7 Nilai N-SPT dan Kondisi Tanah

c. Mutu Bahan

Pada perencanaan pembangunan jembatan, umumnya perlu diketahui kualitas mutu bahan yang digunakan. Dalam hal ini, mutu bahan yang diperlukan adalah mutu bahan dari beton dan besi beton.

1. Beton

- Beton *ready mix* yang digunakan langsung dari *batching plant* PT. KSB
- Kolom, *footing*, dan *abutment* dengan $f'c = 30$ Mpa
- Pondasi tiang pancang dengan $f'c = 30$ Mpa

d. Data Wilayah Gempa

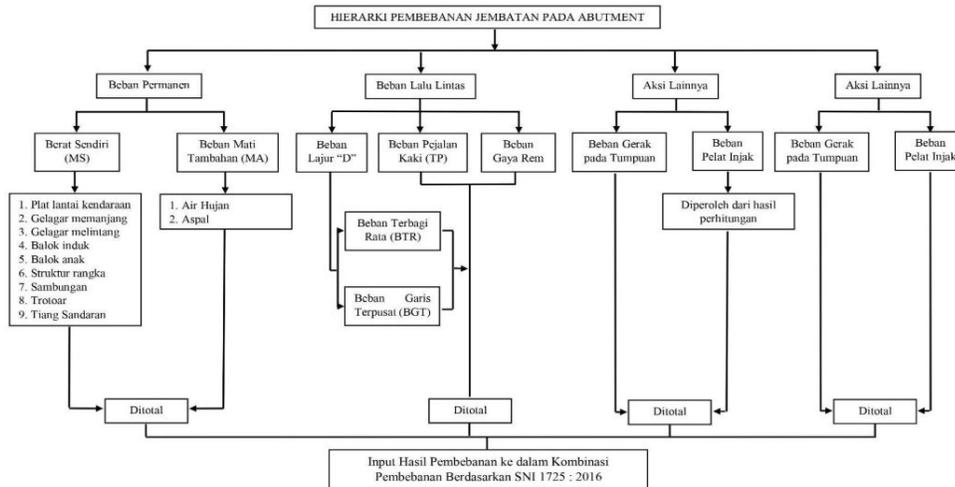
Dalam perencanaan pembangunan jembatan dibutuhkan data wilayah gempa. Data ini dibutuhkan untuk mengetahui wilayah gempa dari lokasi perencanaan dan durasi waktu getar gempa. Berdasarkan data tersebut maka selanjutnya dapat dihitung beban gempa yang akan bekerja pada jembatan sehingga dapat ditentukan dimensi yang sesuai untuk Jembatan Ngadi.

3.3 Perhitungan Pembebanan Struktur Atas

Perhitungan pembebanan struktur atas jembatan dilakukan untuk mengetahui berat beban struktur atas yang diterima oleh struktur bawah jembatan yaitu *abutment* dan pondasi. Jembatan harus direncanakan dengan sebaik mungkin hal ini untuk memperkecil risiko jembatan mengalami keruntuhan akan tetapi dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat gempa.

Beban gempa sebagai gaya horizontal yang ditentukan dari perkalian antara koefisien respons elastis (C_{sm}) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan factor modifikasi (R_d). Koefisien respons elastis (C_{sm}) diperoleh dari peta percepatan batuan dasar dan spectra percepatan sesuai dengan daerah gempa dan periode ulang gempa rencana.

Hierarki pembebanan jembatan pada abutment dijelaskan pada **Gambar 3.8** berdasarkan SNI 1725:2016



Gambar 3.8 Hierarki Pembebanan Jembatan pada *Abutment*

3.4 Perencanaan Struktur *Abutment* Jembatan

3.4.1 Menentukan Jenis dan Dimensi *Abutment*

Kepala jembatan/*abutment* adalah bangunan bawah jembatan yang terletak pada kedua ujung jembatan yang berfungsi sebagai pemikul seluruh beban pada ujung luar batang, pinggir, dan gaya-gaya lainnya, serta melimpah ke pondasi. Bentuk-bentuk umum dan tinggi pemakaian *abutment* jembatan disajikan pada **Gambar 2.16** dan merencanakan gaya-gaya dan beban yang bekerja pada *abutment* ada pada **Gambar 2.19**

Dalam merencanakan dimensi pada *abutment* direncanakan dengan memperhitungkan gaya-gaya dan beban yang bekerja pada *abutment*. Gaya-gaya dan beban yang bekerja, seperti gaya tekan aktif tanah pada belakang *abutment*, gaya tekan pasif tanah pada depan *abutment*, gaya gempa akibat bangunan atas, gaya gesek akibat tumpuan bergerak, gaya akibat rem, gaya tekan akibat beban dari atas, serta berat sendiri *abutment*. Setelah Analisa pembebanan dilakukan, maka dapat direncanakan dimensi *abutment* dengan mengacu pada SNI. Terdapat beberapa syarat sehingga perencanaan dimensi *abutment* pada jembatan dapat dikatakan aman, yaitu harus aman dari tegangan tanah, aman terhadap geser, dan aman terhadap eksentrisitas.

3.4.2 Menghitung Gaya dan Beban yang Bekerja pada *Abutment*

Pada perencanaan *abutment* jembatan diperlukan perhitungan gaya-gaya dan beban yang bekerja pada *abutment* di antaranya yaitu:

- a) Gaya vertical:
 - Beban mati dan beban hidup yang berasal dari struktur atas
 - Beban dari plat injak
 - Berat sendiri *abutment* (W_A)
 - Berat tanah urug
- b) Gaya Horizontal
 - Tekanan tanah aktif (P_A)
 - Tekanan tanah pasif (P_P)
 - Gaya angkat (*uplift*)
 - Beban gempa dari struktur atas
 - Beban gempa pada *abutment*
 - Beban gempa akibat tekanan tanah
 - Beban angin
 - Beban akibat gaya rem
 - Beban akibat gesekan perletakan

3.4.3 Menghitung Daya Dukung Tanah di Bawah *Abutment*

Perhitungan tegangan daya dukung tanah di bawah *abutment* digunakan untuk memperoleh nilai tegangan izin pada struktur *abutment* dapat digunakan sebagai control bagi hasil Analisa tegangan vertical maksimum.

3.4.4 Cek Stabilitas Struktur *Abutment*

- a. Syarat aman terhadap geser

FK dalam syarat aman terhadap geser yaitu:

FK = Faktor Keamanan

$FK \geq 1,5$ (kondisi normal)

$FK \leq 1,2$ (kondisi gempa)

b. Syarat aman terhadap guling

FK dalam syarat aman terhadap guling yaitu:

FK = Faktor Keamanan

$FK \geq 1,5$ (kondisi normal)

$FK \geq 1,2$ (kondisi gempa)

c. Kontrol terhadap tegangan

Jika $\sigma_{maks} = Q_{all}$ (OK)

Jika $\sigma_{min} \leq Q_{all}$ (OK)

d. Syarat aman terhadap eksentrisitas

Resultan gaya yang bekerja pada konstruksi harus diusahakan terletak pada daerah inti, yaitu dari tengah, dan dasar dinding berjarak kiri dan kanan $1/6$ lebar dasar. Hal ini dilakukan supaya tidak terjadi tegangan Tarik pada tanah

3.4.5 Menghitung Penulangan Struktur *Abutment*

Pada perencanaan struktur *abutment*, apabila seluruh Analisa perhitungan telah selesai maka dilakukan perhitungan penulangan struktur *abutment*. Penulangan struktur *abutment* dilakukan untuk mendapat jenis, diameter, dan jarak antar tulangan pada *abutment*.

3.5 Perencanaan Struktur Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang adalah sebuah pondasi dalam berupa baja tulangan dan tulangan berbentuk spiral dengan ukuran tertentu. Pondasi tiang pancang dalam pengerjaannya yaitu dengan membuat lubang yang memiliki bentuk seperti tiang pancang. Lubang ini kemudian dimasukan berupa baja tulangan tiang pancang lalu dipukul menggunakan *hammer system* atau *hydraulic jacked piling system* sampai menuju tanah keras lalu dimasukan tulangan berbentuk spiral dan di cor menggunakan beton dan batu pecah sebagai bahan pengisinya. Tiang pancang boleh di pancang Ketika berumur > 28 hari dari waktu pembuatan. Pada kondisi tanah

lempung yang relatif stabil dan kedalaman tanah dapat terjangkau, pondasi tiang pancang berfungsi memindahkan beban struktur dan beban bangunan ke tanah

Pondasi tiang pancang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah terletak sangat dalam. Pondasi tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat tinggi yang di pengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan angin menurut (Hardiyatmo 2015:76)

3.5.1 Mengatur Letak Tiang

Dalam mengatur letak tiang hendaknya diperhitungkan sehingga masing-masing tiang sejauh mungkin akan menerima beban yang sama. Untuk pelaksanaannya perlu diperhatikan pula faktor kekakuan poer (bangunan) dan distribusi bebannya (menurut Sardjono 1988:13)

Jarak antar tiang sangatlah penting untuk dapat secara efektif menopang beban dari struktur lainnya, oleh karena itu perencanaan sangat penting untuk dapat merencanakan letak tiang berada pada titik yang dinilai sangat efektif dan dapat menerima beban dari struktur yang berada di atasnya dengan maksimal, dalam perencanaan letak tiang akan sangatlah berdampak positif bagi struktur yang dapat bekerja sesuai dengan perencanaan yang diharapkan.

3.5.2 Efisiensi Tiang

Kapasitas dukung tiang gesek (*friction pile*) kapasitas dukung total dari kelompok tiang gesek (*friction pile*), khususnya tiang yang berada dalam tanah lempung, lebih kecil hasilnya daripada hasil kali kapasitas dukung tiang tunggal dikali dengan jumlah tiang kelompok tersebut, menurut Coduto (1994), efisiensi tiang (E_g) bergantung pada beberapa faktor :

1. Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang
2. Macam tanah
3. Interaksi antara pelat penutup tiang (*pile cap*) dengan tanah
4. Urutan pemasangan tiang
5. Waktu setelah pemasangan tiang

6. Arah dari beban yang bekerja
7. Jumlah, panjang, diameter, susunan, jarak tiang
8. Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung)

Persamaan efisiensi tiang diusulkan untuk menghitung kapasitas tiang kelompok, persamaan yang diusulkan didasarkan pada diameter tiang, susunan tiang dan jarak relatif. *Pile cap* merupakan pelat yang menggabungkan beberapa tiang pancang menjadi satu tempat, perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan *Converse-Labarre formula*.

3.5.3 Faktor Keamanan Tiang Pancang

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka kapasitas ultimit tiang dibagi dengan faktor aman tertentu, fungsi faktor aman (menurut Hardiyatmo H.C 2015 :161) adalah :

- a. Untuk meyakinkan penurunan total yang terjadi pada tiang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok tiang masih dalam batas toleransi
- b. Untuk meyakinkan penurunan tidak seragam diantara tiang masih dalam batas toleransi
- c. Untuk dapat memberikan keamanan pada ketidak pastian dari nilai kuat dari nilai kuat geser dan kompresibilitas yang mewakili kondisi lapisan tanah
- d. Untuk meyakinkan bahan tiang cukup aman untuk mendukung beban yang bekerja
- e. Untuk mengantisipasi adanya ketidakpastian metode hitungan yang akan digunakan

3.5.4 Kontrol

Kontrol keamanan sangat penting untuk dapat merencanakan suatu struktur dengan keamanan yang sesuai standar, struktur yang kuat dan ekonomis, dapat ditinjau dari hal berikut :

- a. Efisiensi kelompok tiang ($Q_u < P_u$)

- b. Beban yang diangkat ($P_{max} > P_u$)
- c. Daya dukung horisontal ($M_{max} > M_y$)

3.5.5 Penurunan Pondasi Kelompok Tiang Pancang

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu sama dengan jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya. Hal ini terjadi jika tiang dipancang dalam lapisan pendukung yang mudah mampat atau dipancang pada lapisan tanah yang tidak mudah mampat, namun di bawahnya terdapat lapisan lunak. Dalam kondisi tersebut, stabilitas kelompok tiang tergantung dari dua hal (menurut Hardiyatmo H.C, 2015: 212), yaitu :

1. Kapasitas dukung tanah di sekitar dan di bawah kelompok tiang dalam mendukung beban total struktur
2. Pengaruh penurunan konsolidasi tanah yang terletak di bawah kelompok tiang

Penurunan kelompok tiang sangat bergantung pada lapisan tanah di lapangan, apabila tanah dengan kondisi lempung akan cepat terjadi penurunan terhadap tiang kelompok karena beban pada tiang kelompok akan jauh lebih besar daripada tiang tunggal karena berat dari tiang itu sendiri dengan jumlah tiang yang lebih banyak dan beban yang ditopang pada tiang kelompok jauh lebih besar.

3.5.6 Pile Cap

Pelat penutup tiang (*pile cap*) berfungsi untuk menyebarkan beban dari kolom ke tiang-tiang. Jumlah minimum tiang dalam satu pelat penutup tiang umumnya 3 tiang, bila tiang berjumlah 2 tiang dalam satu kolom, maka pelat harus dihubungkan dengan balok *sloof* yang dihubungkan dengan kolom lain, tebal plat penutup tiang dipengaruhi oleh tegangan geser ijin beton. Tegangan geser harus dihitung pada potongan terkritik. Momen lentur pada pelat penutup tiang harus dihitung dengan menganggap momen tersebut bekerja pada pusat tiang ke permukaan kolom terdekat (menurut Hardiyatmo H.C, 2015: 283).

3.5.7 Penggambaran Desain Pondasi

Gambar akhir studi perencanaan proyek Jembatan Ngadi Kabupaten Kediri dibuat berdasarkan pada hasil analisis perencanaan beton dan tulangan yang kemudian diterapkan dalam gambar rencana proyek. Gambar rencana yang dibuat berupa denah pondasi tiang pancang, detail penulangan pile cap, dan *abutment*.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran menjelaskan tentang hasil atau inti dari perencanaan tugas akhir yang telah di rencanakan ulang dan memberikan masukan tentang perencanaan yang telah dilakukan pada tugas akhir ini. Akan dijelaskan pada BAB V pada tugas akhir ini.

