

## BAB III

### METODE PERENCANAAN

#### 3.1 Gambaran Umum

##### 3.1.1 Lokasi Penelitian

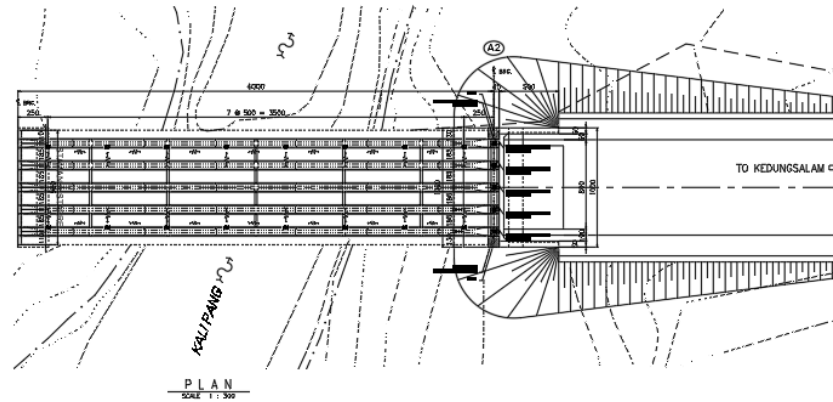
Lokasi proyek penggantian pembangunan Jembatan Kalipang terletak di Jalan Lintas Selatan LOT 9, Balekambang Kedungsalam – Malang , Jawa Timur , Gambar 3.1 adalah titik proyek jembatan Kalipang.



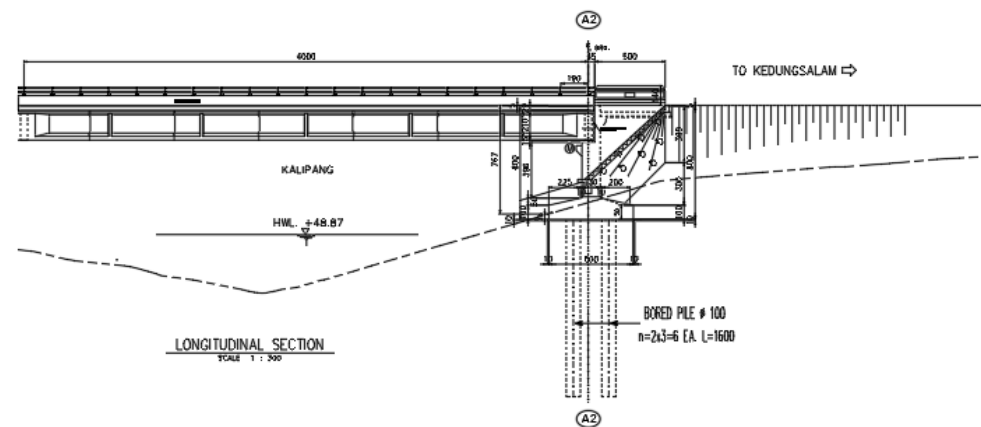
**Gambar 3. 1** Lokasi Pembangunan Jembatan Kalipang

(Sumber: *Google Earth*)

Pada **Gambar 3.2** merupakan detail tampak atas dari Jembatan Kalipang pada kondisi eksisting, sedangkan pada **Gambar 3.3** merupakan detail tampak depan dari Jembatan Kalipang pada kondisi eksisting.



Gambar 3. 2 Tampak Atas Jembatan



Gambar 3. 3 Tampak Memanjang Jembatan

### 3.1.2 Data Umum Proyek

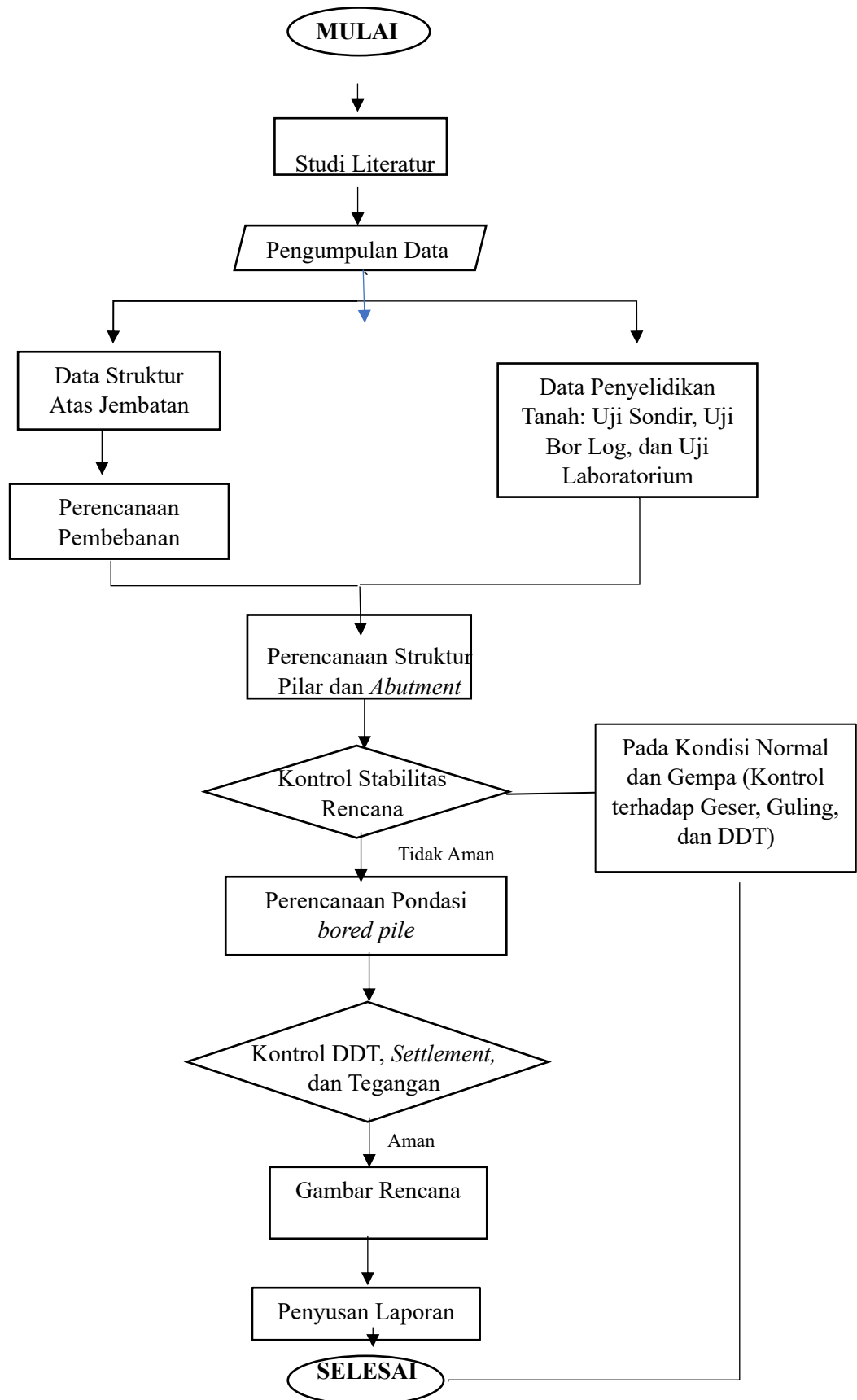
- a. Identitas proyek : Pembangunan Jembatan Kalipang Jalan Lintas Malang
- b. Lokasi proyek : Kab. Malang , Jawa Timur
- c. Pemilik Proyek : Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Timur - Bali

### 3.1.3 Data Teknis Proyek

Nama Jembatan	: Jembatan Kalipang
Lokasi	: Kabupaten Malang, Jawa Timur
Tipe Jembatan	: Jembatan untuk semua kendaraan
Kelas Jembatan	: Jembatan Permanen Kelas A
Jumlah lalu lintas	: 2 jalur
Panjang Bentang	: 60 meter
Lebar Total Jembatan	: 10 meter
Lebar Lantai Kendaraan	: 2 x 8 meter
Lebar Trotoar	: 2 x 1 meter
Struktur Utama Jembatan	: Beton Bertulang

### 3.2 Prosedur Perencanaan

Gambar 3.4 merupakan Prosedur perencanaan *abutment* dan pondasi sumuran pada Jembatan Kalipang, Kabupaten Malang, Jawa Timur.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Perencanaan

### 3.3 Pengumpulan Data

Dalam melakukan perencanaan pembangunan Jembatan Tanjung Utara terdapat beberapa data penunjang yang dibutuhkan untuk melakukan analisa perencanaan. Data-data penunjang tersebut diperoleh dari PT. Tribina Wahana Cipta.

Adapun data-data penunjang tersebut adalah sebagai berikut.

1. Data tanah *boring log standart penetration test*.
2. Data teknis struktur
  - a. Gambar perencanaan
  - b. Mutu bahan
3. Data wilayah gempa

#### 3.3.1 Data Tanah Boring Log Standart Penetration Test

Data tanah *Boring Log* dan *Standart Penetration Test* merupakan data yang menjelaskan mengenai kondisi tanah pada struktur bawah yaitu berjenis tanah lempung kepasiran. Selain itu, berdasarkan data tanah yang ada dapat ketahui pengaruh dari gerak tanah yang diakibatkan oleh gempa pada daya dukung pondasi. Selain data *boring log* dan *Standart Penetration Test* juga dibutuhkan data tanah berupa data sondir. Tabel 3.1 adalah hasil data tanah *Standart Penetrasion Test*.

**Tabel 3. 1** *Standart Penetration Test*

Lokasi Area	Titik Bore	Depth (m)	N-Spt	Jenis Tanah (Soil Type)	Keterangan
Bridge Kalipang	DB - 0	0.00-2.00	-	Urugan (Clayey mix gravel)	
		2.00-4.00	NSpt = 60	Very dense limestone mix gravel	Lapisan tanah keras
		4.00-6.00	NSpt = 60	Hard clayey silty mix gravel	
		6.00-8.00	NSpt = 60	Very dense silty sand mix limestone	
		8.00-10.00	NSpt = 30	Very stiff silty clay mix sand	
		10.00-12.00	NSpt = 60	Hard clayey silt	Lapisan tanah keras
		12.00-14.00	NSpt = 60	Very dense limestone	
		14.00-15.40	NSpt = 60	Very dense silty sand	

### 3.3.2 Data Teknis Struktur

#### a. Gambar Perencanaan

Dalam perencanaan pembangunan Jembatan Kalipang, gambar perencanaan merupakan elemen penting yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan pada gambar perencanaan dapat diketahui mengenai muka air banjir, elevasi *top*, letak *abutment* dan letak pondasi pada jembatan yang akan dilakukan perencanaan ulang (*redesign*).

#### b. 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*
- Kolom, *footing*, dan *abutment* dengan K-250

#### d. Data Wilayah Gempa

Dalam perencanaan pembangunan jembatan dibutuhkan data wilayah gempa. Data ini dibutuhkan untuk mengetahui wilayah gempa dari lokasi perencanaan dan durasi dari waktu getar gempa. Berdasarkan data tersebut maka

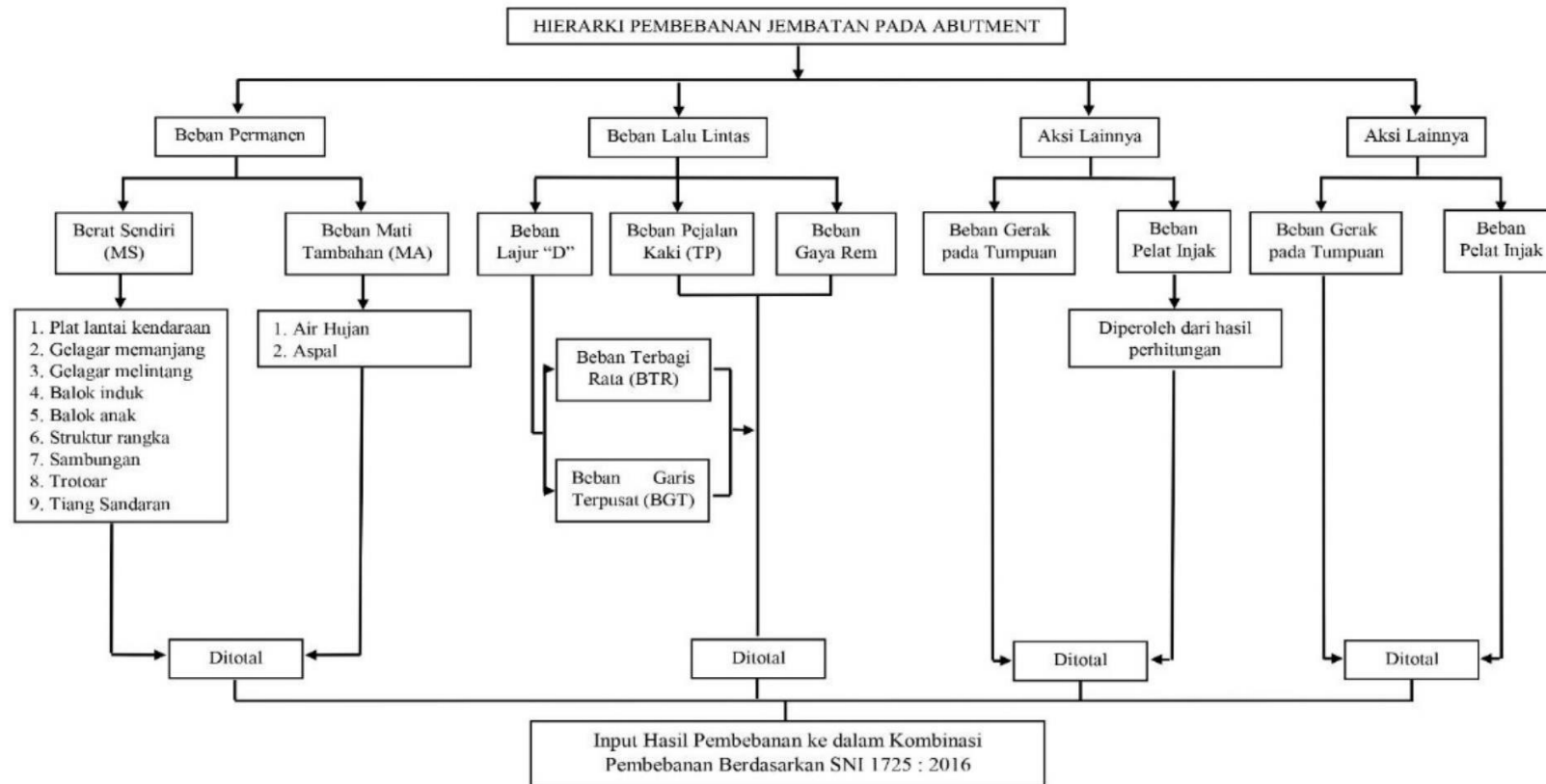
selanjutnya dapat dihitung beban gempa yang akan bekerja pada jembatan sehingga dapat ditentukan dimensi yang sesuai untuk Jembatan Kalipang.

#### 3.4 Perhitungan Pembebanan Struktur Atas

Perhitungan pembebanan struktur atas jembatan dilakukan untuk mengetahui berat beban struktur atas yang akan 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 faktor 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. Gambar 3.5 merupakan hirarki pembebanan jembatan pada *abutment* berdasarkan SNI 1725:2016.



**Gambar 3. 5** Hierarki Pembebanan Jembatan pada Abutment

Sumber : SNI 1725:2016



### 3.5 Perencanaan Struktur Abutment Jembatan

#### 3.5.1 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 *abutment* jembatan disajikan pada **Gambar 2.1**, dan pada **Tabel 2.5** disajikan mengenai tinggi pemakaian *abutment*.

Dalam perencanaan 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 terhadap tegangan dari tanah, aman terhadap geser, aman terhadap geser serta aman terhadap eksentrisitas.

#### 3.5.2 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 vertikal:

- 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

### 3.5.3 Menghitung Daya Dukung Tanah di Bawah Abutment

Perhitungan tegangan daya dukung tanah di bawah *abutment* digunakan untuk memperoleh nilai tegangan izin pada struktur *abutment*. Berdasarkan hasil analisa perhitungan tegangan izin pada struktur *abutment* dapat digunakan sebagai kontrol bagi hasil analisa tegangan vertikal maksimum.

### 3.5.4 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  $\geq$  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.

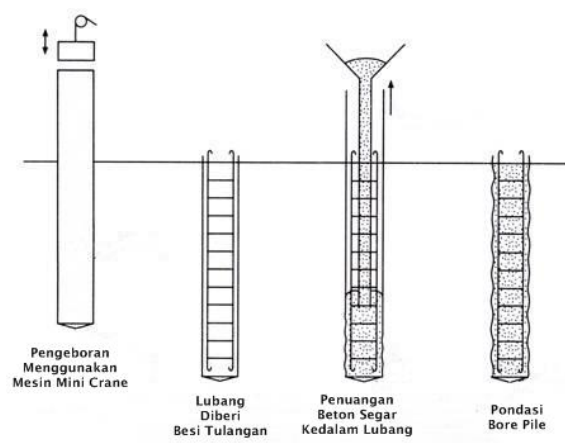
### 3.5.5 Menghitung Penulangan Struktur Abutment

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

### 3.6 Perencanaan Struktur Pondasi Bored Pile

Pondasi *bored pile* adalah sebuah pondasi dalam berupa baja tulangan dan tulangan berbentuk spiral dengan ukuran tertentu. Pondasi *bored pile* dalam pengerjaannya yaitu dengan membuat lubang yang memiliki bentuk seperti *bored pile*. Lubang ini kemudian dimasukkan berupa baja tulangan lalu dipukul menggunakan hammer system atau hydraulic jacked piling system sampai menuju tanah keras lalu dimasukkan tulangan berbentuk spiral dan dicor menggunakan beton dan batu pecah sebagai bahan pengisinya.

. Pada kondisi tanah lempung yang relatif stabil dan kedalaman tanah dapat terjangkau, pondasi bored pile berfungsi memindahkan beban struktur dan beban bangunan ke tanah. Gambar 3.6 merupakan gambar pondasi bored pile dan proses pembuatannya.



**Gambar 3. 6** Pondasi Bored pile

Perencanaan pondasi bored pile pada jembatan mengacu pada SNI dengan memperhatikan hal berikut:

- Kedalaman pondasi
- Dimensi pondasi
- Penulangan pondasi

### **1. Menentukan Daya Dukung Kelompok Tiang Pondasi Bored Pile**

Daya dukung kelompok tiang pondasi bored pile dapat dihitung berdasarkan data tanah, momen yang bekerja serta beban yang diterima oleh pondasi. Daya dukung izin tekan

### **2. Menentukan Penurunan Pondasi Bored Pile**

Penurunan tiang pada kelompok tiang merupakan jumlah penurunan elastis atau penurunan yang terjadi dalam waktu dekat dan penurunan yang terjadi dalam jangka waktu lama. Penurunan yang terjadi dalam waktu dekat akibat distorsi massa tanah yang tertekan yang terjadi pada volume konstan. Sedangkan penurunan yang terjadi dalam jangka waktu lama disebut juga dengan penurunan konsolidasi, hal dikarenakan tanah berbutir halus yang terletak di bawah muka air tanah mengalami penurunan.

### **3. Menentukan Tegangan Pondasi Bored Pile**

Gaya luar yang bekerja pada abutment didistribusikan pada pile cap dan kelompok tiang pondasi berdasarkan rumus elastisitas dengan menganggap bahwa pile cap kaku sempurna (pelat pondasi cukup tebal), sehingga pengaruh gaya bekerja tidak menyebabkan pile cap melengkung atau deformasi.

#### 4. Menentukan Penulangan Pondasi Bored Pile

Pada perencanaan struktur pondasi *bored pile* apabila seluruh analisa perhitungan telah selesai maka dilakukan perhitungan penulangan struktur pondasi *bored pile*. Penulangan struktur pondasi *bored pile* dilakukan untuk mendapatkan jenis, diameter dan jarak antar tulangan pada pondasi *bored pile*.

##### 3.7 Studi Literatur

Tujuan studi literatur ini untuk mengumpulkan dasar-dasar pemahaman tentang ilmu tanah dan struktur bawah jembatan yang bertujuan untuk proses analisa ataupun kendala-kendala yang ada serta memberikan batasan-batasan yang sesuai dengan standar pedoman negara Indonesia.

- Standar perencanaan jembatan mengacu pada SNI 1725-2016.
- Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan mengacu pada SNI 2016-2833.
- Standar perencanaan pondasi *bored pile* untuk jembatan mengacu pada SNI 03-3447-1994.
- Standar perencanaan *abutment* mengacu pada Perencanaan Jembatan oleh Direktorat Jembatan Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Kazuto Nakazawa an Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono.
- Analisa dan Perancangan Pondasi Jilid I. Hary Christady Hardiyatmo.
- Analisa dan Perancangan Pondasi Jilid II. Hary Christady Hardiyatmo.

