

BAB III

METODOLOGI

3.1. PERSIAPAN

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan.

Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Perumusan dan identifikasi masalah
2. Observasi dan peninjauan langsung di lokasi masalah
3. Penentuan kebutuhan data, sumber data dan pengadaan administrasi perencanaan data dilanjutkan pengumpulan data.
4. Perencanaan jadwal rencana desain perencanaan.

Persiapan diatas harus dilakukan secara cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang. Sehingga tahap pengumpulan data menjadi optimal.

3.2. PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk menemukan penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data, peranan instansi yang terkait sangat diperlukan sebagai pendukung dalam memperoleh data-data yang diperlukan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengumpulan data adalah:

- Jenis - jenis data.
- Tempat diperolehnya data
- Jumlah data yang harus dikumpulkan agar diperoleh data yang memadai (cukup, seimbang, dan tepat/akurat).

Untuk Perencanaan Jembatan Banyumanik 2 Jalan Tol Semarang-Solo, diperlukan sejumlah data yang didapat secara langsung yaitu dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan ataupun data yang didapatkan dari instansi terkait, serta data penunjang lainnya, dengan tujuan agar dapat menarik kesimpulan dalam menentukan standar perencanaan struktur jembatan tersebut.

Metode Pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pengumpulan Data Primer

1. Metode Observasi

Dengan survey langsung ke lapangan, agar dapat diketahui kondisi riil di lapangan secara garis besar, untuk data detailnya bisa diperoleh dari instansi yang terkait .

2. Metode Wawancara

Yaitu dengan mewawancarai nara sumber yang dapat dipercaya untuk memperoleh data yang diperlukan.

- Pengumpulan Data Sekunder

1. Metode Literatur

Yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.

2. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan

- a. Sumber : Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah

- b. Data yang diperoleh : Data LHR selama 5 tahun (2004-2008), untuk Jalan Semarang-Solo Ruas Semarang-Bawen.

- c. Guna :

- Mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas
- Mengetahui lalu lintas harian rata-rata dan komposisi lalu lintas
- Menentukan lebar jembatan.

3. Data Tanah.

- a. Sumber : Kontraktor Pelaksana PT.Adhi Karya

- b. Data yang diperoleh : Hasil Bor mesin (*Bor Log*) dan *Standart Penetration Test* (SPT)

- c. Guna :

- Stratifikasi lapisan tanah di lokasi proyek
- Kedalaman lapisan tanah keras untuk mengetahui daya dukung pondasi
- Ketebalan lapisan tanah yang *compressible* (lunak)
- Letak muka air tanah
- Penurunan struktur yang akan terjadi selama umur konstruksi

4. Data Pendukung.

a. Data Topografi

Sumber : Dinas PSDA Propinsi Jawa Tengah

Data yang diperoleh : Peta topografi Banyumanik

Guna : Untuk menghitung luas Daerah Aliran Sungai (DAS).

3.3. ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA

Analisa dan Pengolahan data dilakukan berdasarkan data-data yang dibutuhkan, selanjutnya dikelompokkan sesuai identifikasi tujuan permasalahan, sehingga diperoleh penganalisaan pemecahan yang efektif dan terarah. Adapun analisa yang dilakukan adalah :

- Membahas berbagai permasalahan berdasarkan hasil pengumpulan data primer dan data sekunder.
- Pemilihan alternatif perencanaan
- Perencanaan detail Struktur.

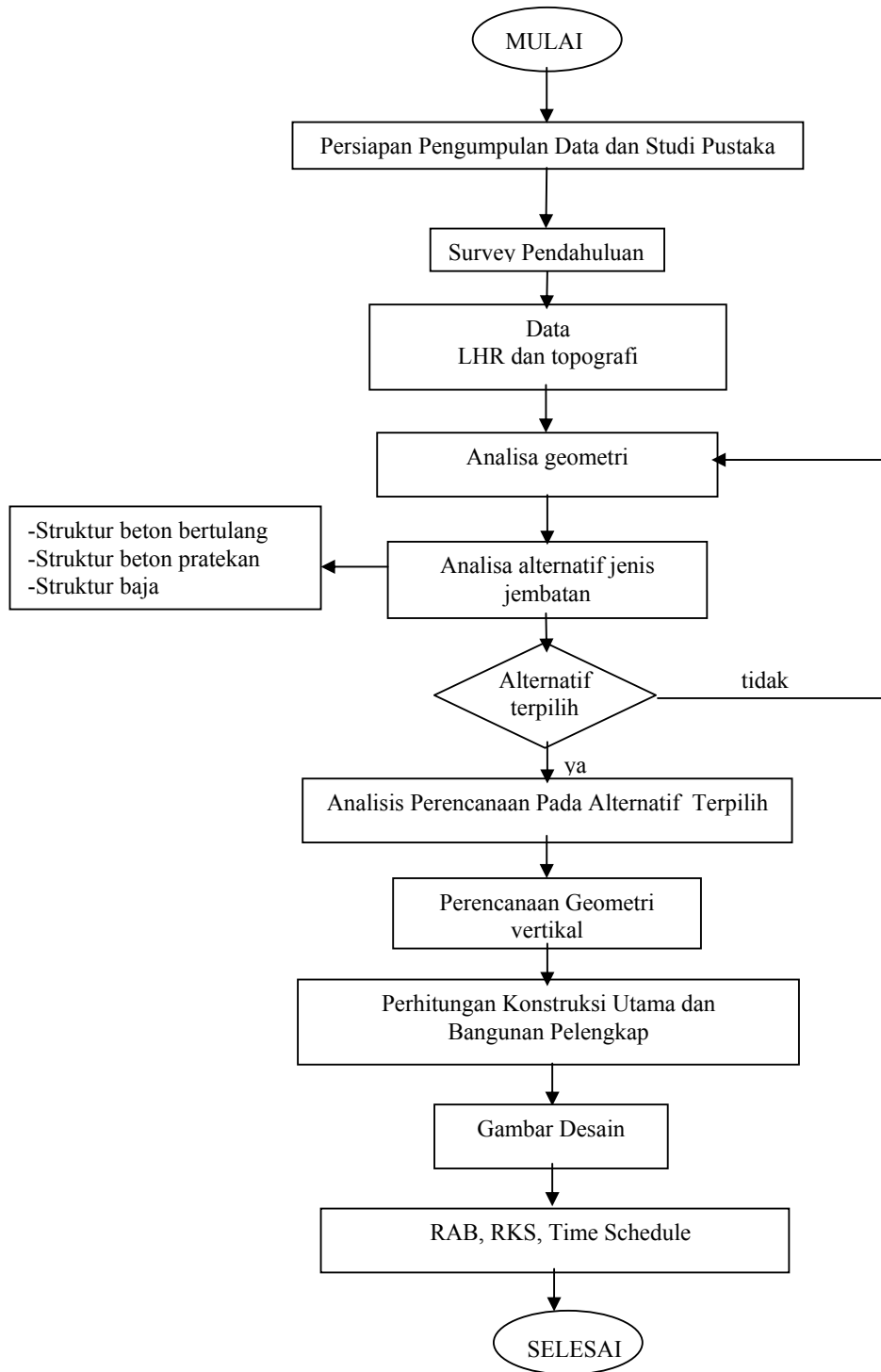
3.4. PEMECAHAN MASALAH

Apabila hasil-hasil dari analisa dan pengolahan data sudah didapat, maka tahap pemecahan masalah bisa dilaksanakan, dengan tujuan mengetahui konstruksi jembatan secara keseluruhan yang tepat sesuai analisa dari data yang telah diperoleh serta penempatan sebenarnya di lapangan terhadap kondisi riil berdasarkan peraturan pelaksanaan jembatan yang telah ditetapkan.

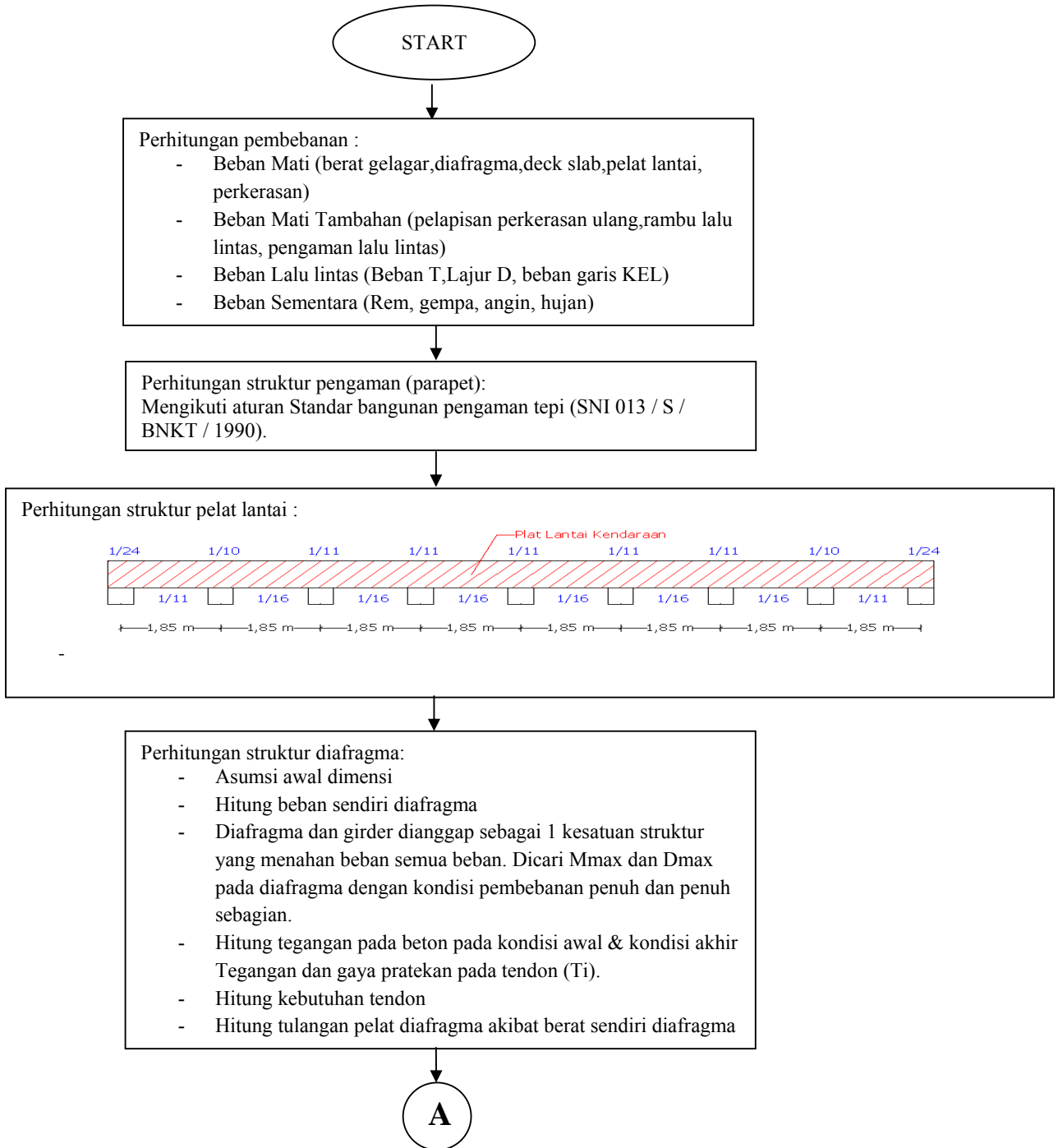
Tahap ini meliputi:

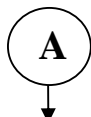
1. Pemilihan lokasi, trase dan bahan konstruksi yang tepat.
2. Perancangan dan gambar detail konstruksi :
 - a. Struktur atas Jembatan
 1. Gelagar memanjang
 2. Plat lantai
 3. Parapet
 - b. Struktur bawah jembatan
 1. Abutment
 2. Pilar
 3. Pondasi
3. Spesifikasi teknis jembatan, rencana jadwal pelaksanaan dan rencana anggaran biaya

3.5. BAGAN ALIR PERENCANAAN JEMBATAN



3.5.1. BAGAN ALIR PROSES PERHITUNGAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN BANYUMANIK 2





Perhitungan struktur Gelagar Balok 'I':

- Penentuan Spesifikasi dan dimensi berdasar bentang dan ketersediaan di pasaran,
- Hitung analisa Penampang untuk menghitung tahanan momen (St dan Sb) gelagar.
- Hitung Momen dan Lintang akibat berbagai beban sampai setengah bentang
- Analisa Gaya Patekan (Ti) :
 1. Tentukan tegangan batas penampang pada 4 kasus
 2. Hitung tegangan penampang pada 4 kasus
 3. Hitung tegangan pada garis pusat berat gelagar (σ_{cgc})
 4. Mencari gaya pratekan pada tiap kasus ($T_i = \sigma_{cgc} * A$)
 5. Mencari eksentrisitas tendon tiap kasus

$$\sigma_b = \frac{T_i}{A_{(p)}} + \frac{T_i \cdot e}{S_b} = \sigma_{cgc} + \frac{T_i \cdot e}{S_b}$$

$$e = \frac{S_b}{T_i} * (\sigma_b - \sigma_{cgc})$$

- Buat grafik hubungan Ti dan eksentrisitas tendon
- Tentukan nilai Ti dan e yang masuk pada daerah 'aman' (di antara 4 kasus tadi).
- Penentuan jenis dan jumlah ikatan kawat (*strand*) untuk tendon

$$A_s = \frac{T_i}{0,7 * f_{pu}} ; n = \frac{A_s}{A_{no\ min\ al}}$$

- Penentuan jumlah tendon dan Tipe angkur. (Lihat buku Beton Prategang ;T.Y. Lin)
- Hitung kehilangan tegangan gaya prategang (perpendekan elastic beton/ES, Rangkak Beton/CR, Susut Beton (SH), Relaksasi Baja/RE)

$$ES = n * T_i' / A_c ; CR = Kcr \frac{E_s}{E_c} (f_{cir} - f_{c ds})$$

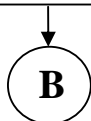
$$SH = 8,2 * 10^{-6} * Ksh * E_s * (1 - 0,06 \frac{V}{S}) * (100 - RH)$$

$$RE = [Kre - J (SH + CR + ES)] C$$

$$E = (ES+CR+SH+RE)/Teg.tendon*100\%$$

$$R = 100-E$$

- Kontrol tegangan kondisi awal dan akhir.
- Daerah aman Kabel Prategang (cek eksentrisitas tendon pada serat atas dan bawah saat kondisi awal dan akhir)
- Lay Out Tendon (hitung koordinat lengkungan tendon dan duct)



B

- Hitung Perpanjangan Kabel untuk tiap tendon :
- 1. Akibat lenturan Beton

$$\Delta L = (\sigma_s \cdot L') / E_s$$

- 2. Akibat Elastisitas Beton

$$\Delta L = (\sigma_b \cdot L') / E_c$$

- 3. Akibat Susut Beton

$$\Delta L = (E_b \cdot L')$$

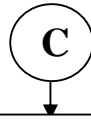
- Kontrol Terhadap Lentutan ($\delta_6 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E_c \cdot I_x} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot L^3}{E_c \cdot I_x}$); $\delta_{ijin} = (1/300) \cdot L$:

1. Akibat gaya Prategang Awal (T_i) δ_1
2. Akibat gaya Prategang Akhir ($R \cdot T_i$) δ_2
3. Akibat berat sendiri balok gelagar δ_3
4. Akibat Berat Diafragma δ_4
5. Akibat beban mati tambahan δ_5
6. Akibat beban Hidup δ_6
7. Total lendutan pada kondisi awal = $\delta_1 + \delta_3$
8. Total lendutan pada kondisi akhir = $\delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6$

- Perencanaan Tulangan Balok Prategang

- Perhitungan tulangan End Block :
- Untuk angkur tunggal $T_o = 0,04 \cdot T + 0,20 \cdot \left[\frac{(b_2 - b_1)}{(b_2 + b_1)} \right]^3 \cdot T$
- Angkur Majemuk
- $T_o = 0,20 \cdot \left[\frac{(b_2 - b_1)}{(b_2 + b_1)} \right]^3 \cdot T$
- $T_s = \frac{F}{3} \cdot (1 - \gamma)$; $\gamma = \frac{2a}{(b_1 + b_2)}$; $2a = 0,88 \cdot d$
- Dimana : T_o = gaya pada Spalling Zone
- T_s = gaya pada Bursting Zone
- T = gaya prategang efektif
- b_1, b_2 = bagian-bagian dari prisma

C



Perhitungan Elastomeric Bearing Pad :

- Tentukan Spesifikasi
- Pembebanan yang bekerja (Beban Vertikal dan horizontal)
- Kontrol Tegangan :

1. Kuat Tekan

$$f = \frac{V_{\text{maks}}}{A}$$

2. Kuat Geser

$$f = \frac{H_{\text{maks}}}{A}$$

3. Kontrol kapasitas Rotasi pada rotasi maksimum akibat kombinasi pembebanan.



Perhitungan Penghubung Geser (Shear Connector) :

- Kekuatan stud shear connector :

$$\frac{H}{d} \geq 5,5 \rightarrow Q = 55 * d^2 * \sqrt{f'c}$$

$$\frac{H}{d} < 5,5 \rightarrow Q = 10 * d^2 * \sqrt{f'c}$$

- Menghitung jarak dan jumlah *shear* connector :

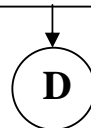
1. Jarak Angkur $s = \frac{Q}{q}$

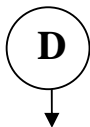
2. Kekuatan shear connector per panjang 1 m (longitudinal shear connector) :

$$q = \frac{Dx * Sx_p}{Ix}$$

3. Pembagian $\frac{1}{2}$ bentang menjadi 5 bagian berdasar besarnya gaya lintang (D)

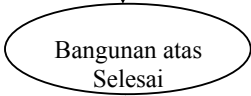
4. Hitung jarak shear connector tiap bagian tersebut



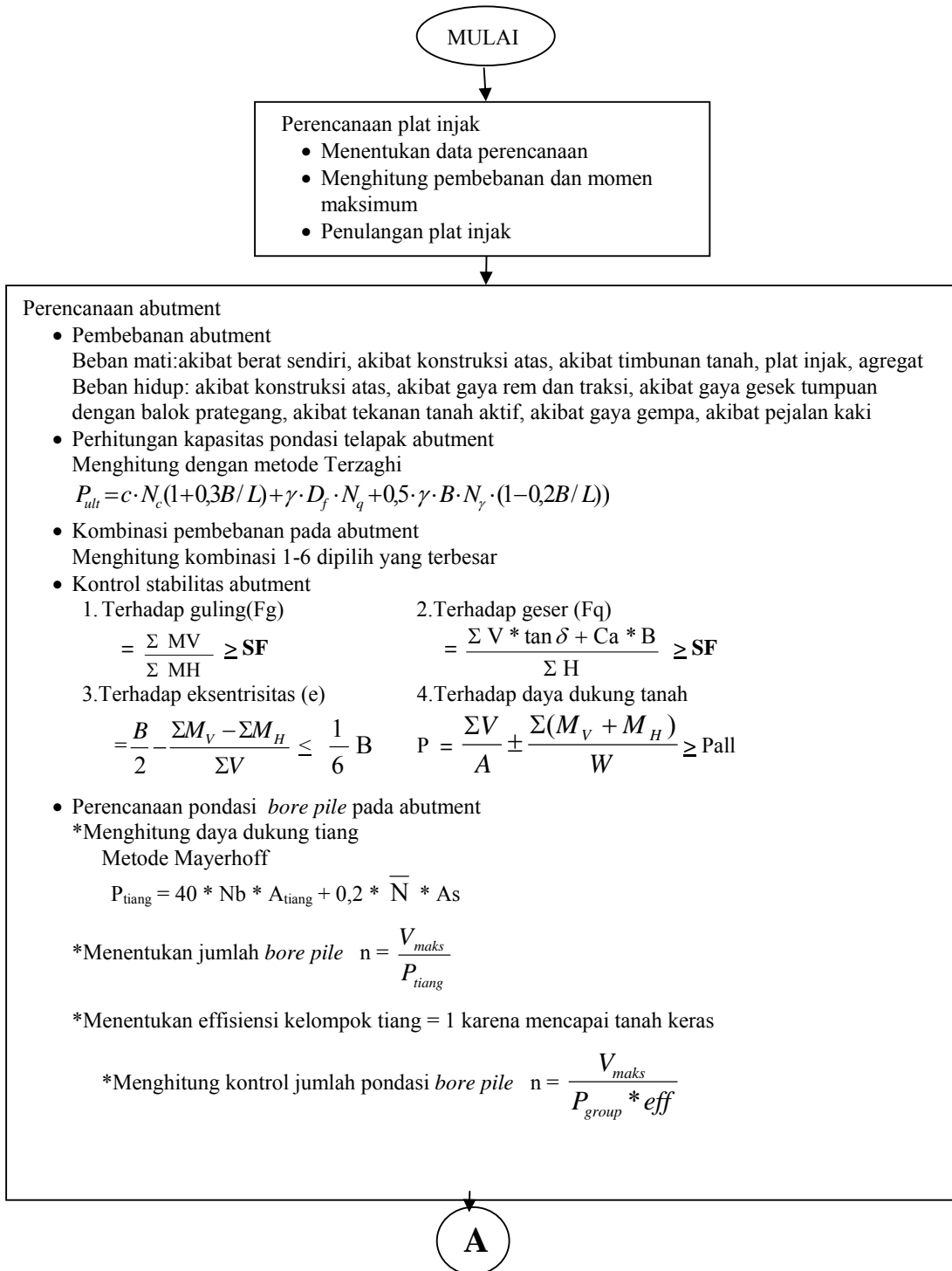


Perhitungan Deck Slab :

- Tentukan dimensi, mutu beton ($f'c$), dan mutu baja (fy)
- Pembebanan (mati: berat sendiri, pelat lantai, perkerasan; hidup)
- Hitung momen maksimum
- Penulangan deck slab



3.5.2. BAGAN ALIR PERENCANAAN BANGUNAN BAWAH



A



*Cek Tahanan Lateral *bore pile*:

$$H_u = 3/2 \cdot \gamma \cdot d \cdot L^2 \cdot n \quad SF = 2$$

$$H_{all} = H_u / SF$$

*Menghitung gaya maksimal yang terjadi pada pilar :

$$P_{maks} = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x}{n_y \cdot S_x^2} \pm \frac{M_x \cdot y}{n_x \cdot S_y^2}$$

- Penulangan abutment
 1. Penulangan badan abutmen
 - Pembebanan badan abutment
 - Menghitung Mu
 - Penulangan tulangan utama dan tulangan bagi
 2. Plat pemisah balok
 3. Penulangan *pile cap* abutment
 - Pembebanan *pile cap* abutment
 - Penulangan tulangan utama dan tulangan bagi dan tulangan geser
- Perhitungan Pondasi *borepile* :
 - Menghitung kedalaman titik jepit :
$$f = 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{d \cdot K_p \cdot \gamma}}$$
 - Menghitung Momen Maksimum :
$$M_{maks} = \frac{H_u (s + 2f/3)}{2}$$
 - Penulangan tulangan utama dan tulangan bagi dan tulangan geser



- Perencanaan *wing wall*
 1. Pembebanan *wing wall* akibat tekanan tanah
 2. Penulangan *wing wall* Penulangan seiaiar/arah x. Penulangan arah v



Perencanaan pilar

- Pembebanan pilar

Beban mati: akibat berat sendiri, akibat konstruksi atas, akibat timbunan tanah, plat injak, agregat

Beban hidup: akibat konstruksi atas, akibat gaya rem dan traksi, akibat gaya gesek tumpuan dengan balok prategang, akibat tekanan tanah aktif, akibat gaya gempa, akibat pejalan kaki
- Perhitungan kapasitas pondasi telapak pilar

Menghitung dengan metode Terzaghi

$$P_{ult} = c \cdot N_c (1 + 0,3B/L) + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot (1 - 0,2B/L)$$
- Kombinasi pembebanan pada pilar

Menghitung kombinasi 1-6 dipilih yang terbesar
- Kontrol stabilitas pilar
 1. Terhadap guling (Fg)

$$\frac{\sum MV}{\sum MH} \geq SF$$
 2. Terhadap geser (Fg)

$$\frac{\sum V \cdot \tan \delta + C_a \cdot B}{\sum H} \geq SF$$
 3. Terhadap eksentrisitas (e)

$$\frac{B}{2} - \frac{\sum M_v - \sum M_H}{\sum V} \leq \frac{1}{6} B$$
 4. Terhadap daya dukung tanah

$$P = \frac{\sum V}{A} \pm \frac{\sum (M_v + M_H)}{W} \geq P_{all}$$

B

BAB III	III-1
METODOLOGI	III-1
3.1. PERSIAPAN	III-1
3.2. PENGUMPULAN DATA	III-1
3.3. ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA	III-3
3.4. PEMECAHAN MASALAH	III-3
3.5 BAGAN ALIR PERENCANAAN JEMBATAN	III-4
3.5.1. BAGAN Alir PROSES PERHITUNGAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN BANYUMANIK 2...	III-5
3.5.2 BAGAN ALIR PERENCANAAN BANGUNAN BAWAH	III-10