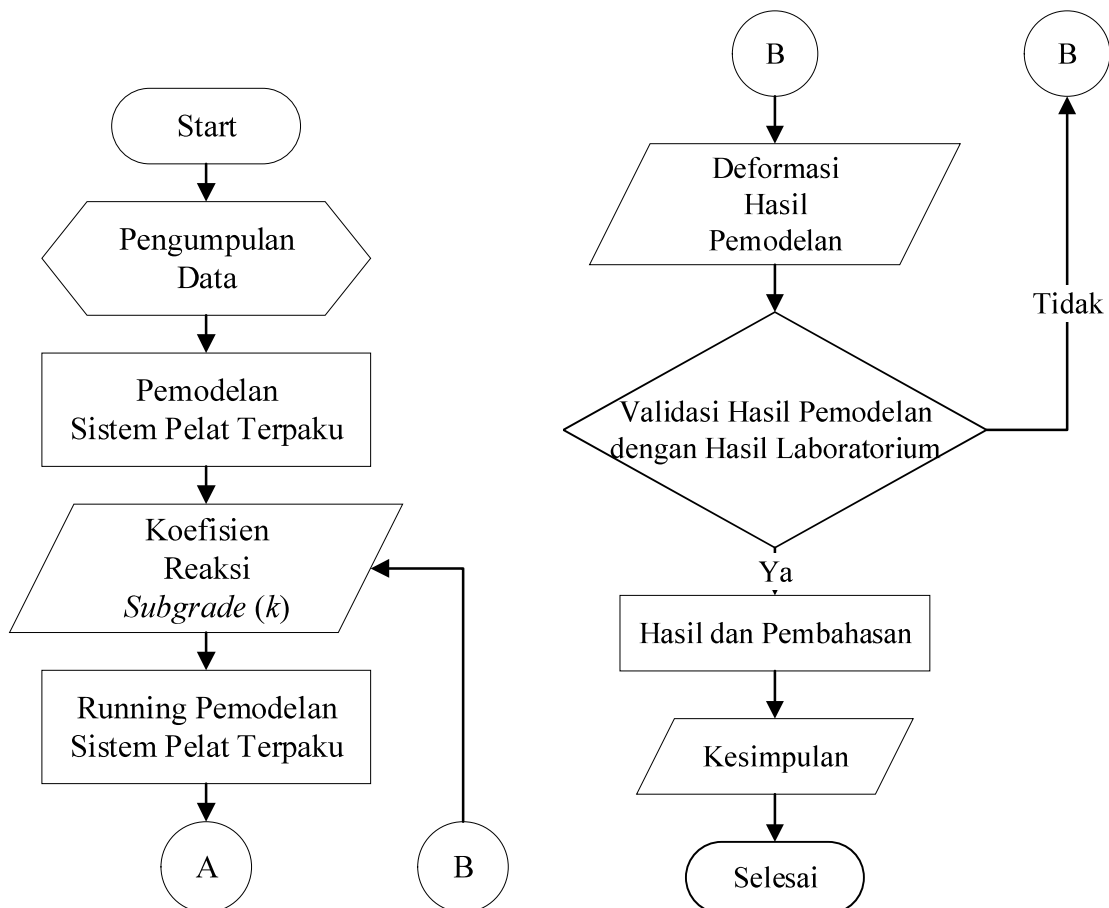


BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Kerangka Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis numerik untuk menganalisa besarnya lendutan yang terjadi pada sistem pelat terpaku (*nailed slab system*) berdasarkan variasi nilai modulus reaksi *subgrade* (k_v) dengan menggunakan *software* SAP2000. Pemodelan ini merupakan idealisasi dari benda uji yang ada di laboratorium. Namun hasil pemodelan sistem pelat terpaku harus dilakukan verifikasi dan validasi terlebih dahulu untuk mencari pemodelan yang paling mendekati dengan hasil pengujian di laboratorium. Alur penelitian ini disajikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian penelitian

3.2. Parameter Material

Metode analisis lendutan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode elemen hingga (*finite element method*). Tanah dimodelkan dengan model elemen-elemen pegas (*spring*) dan pelat dimodelkan dalam cangkang 3-D (*shell*). Pemodelan SAP2000 berbasis *finite element method* digunakan untuk simulasi.

Material yang digunakan dalam permodelan ini antara lain tanah dan beton. Parameter yang diperlukan dalam pemodelan ini untuk analisis elemen hingga, antara lain :

1. Material tanah

Model material tanah dimodelkan sebagai *spring* dan properties material, yaitu modulus reaksi *subgrade* (k_v dan Δk_v) yang diperoleh berdasarkan hasil analisis pada tiang tunggal, tiang kelompok, dan analisis balik.

2. Material beton

Material tiang dimodelkan sebagai material beton dengan perlakuan sebagai cangkang 3-D (*shell*). Parameter yang dibutuhkan dalam material ini, antara lain *weight unit per volume*, *modulus of elasticity*, dan *poisson's ratio*.

3.3. Metode Pengujian

3.3.1. Sifat Fisik dan Mekanis Tanah

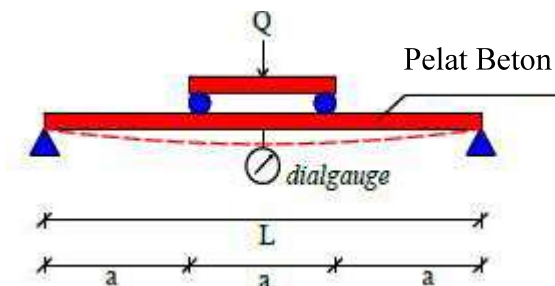
Pengujian sifat fisik dan mekanis dari tanah merupakan pengujian pendahuluan sebelum pengujian utama. Pada penelitian ini menggunakan sampel tanah dari Ngawi, Jawa Timur. Pengujian ini dilakukan di laboratorium Geoteknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY). Hasil dari pengujian sifat fisik dan mekanis tanah terdapat pada Tabel 3.2

Tabel 3. 1. Hasil pengujian spesifikasi tanah dan standar pengujian

Variabel	Hasil	Standar Pengujian
Berat Jenis, Gs	2,69	ASTM D 854-02
Kadar Air awal (%)	15,3	ASTM D 2216-98
Uji Proktor Standar:		
-Berat Volume Kering Maksimum (kN/m ³)	13,64	ASTM D 698-00a
-Kadar Air Optimum, OMC (%)	14,9	ASTM D 698-00a
Batas-batas konsistensi:		ASTM D 4318-00
-Batas Cair, LL (%)	95,8	
-Batas Plastis, PL (%)	29,13	
-Batas Susut, SL (%)	10,9	
-Indeks Plastisitas, PI (%)	66,66	
Persen fraksi lolos > no. 200 (%)	89,68	ASTM D 1140-00
Klasifikasi USCS	CH	
Klasifikasi AASHTO	A-7-6	
Tekanan Pengembangan (KPa)	140	
Persen Pengembangan Tanah (%)	13,56	
Aktifitas Tanah	3,7	

3.3.2. Modulus Elastisitas Pelat Beton

Pengujian modulus elastisitas pelat beton dilakukan untuk mengetahui sifat bahan pelat beton. Skema pengujian elastisitas pada pelat dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Skema uji elastisitas pelat beton (Miranda dkk, 2015)

Nilai modulus elastisitas beton merupakan hasil dari uji pembebanan pelat dengan metode *conjugated beams* yang diperoleh berdasarkan persamaan berikut (Miranda dkk, 2015):

$$E = \frac{Qa}{24\delta l} \times (3l^2 - a^2) \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan,

- E = modulus elastisitas (kN/m²),
- Q = beban (kN),
- l = panjang balok/pelat antara 2 tumpuan (m),
- a = panjang balok/elat dari tumpuan ke titik beban Q (m),
- b = panjang antar dua titik beban Q (m),
- δ = lendutan (m),
- I = momen inersia penampang pelat (m⁴).

Tegangan yang terjadi saat pelat mengalami keruntuhan akibat beban pada uji modulus elastisitas dapat dihitung dengan rumus berikut:

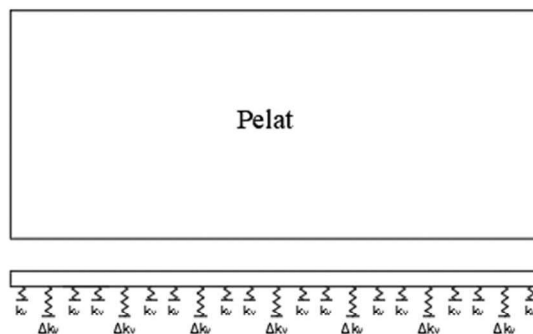
$$\sigma_{\text{patah}} = \frac{M \times y}{I} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dengan,

- M = momen akibat beban terpusat (kNm),
- y = jarak garis netral pada balok (m),
- I = momen inersia penampang pelat (m⁴).

3.4. Idealisasi Pemodelan dengan Variasi *k_v* dan Δk_v pada Struktur Pelat

Penelitian ini menggunakan variasi nilai modulus reaksi *subgrade* (*k_v*) sesuai dengan hasil uji pembebanan pelat tiang tunggal dan tiang kelompok pada kondisi tanah kering dan tanah basah. Pemodelan dilakukan dengan mengasumsikan tiang sebagai *spring* dengan menggunakan nilai kenaikan modulus reaksi *subgrade* (Δk_v). Nilai (*k_v*) yang diperoleh berdasarkan hasil pengamatan, tiang tunggal, analisis balik (*back analysis*), dan pelat tanpa tiang. Idealisasi variasi *k_v* dan Δk_v dapat dilihat pada Gambar 3.3.

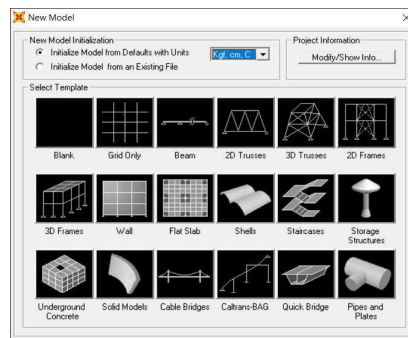


Gambar 3. 3 Idealisasi nilai modulus reaksi *subgrade* pada pemodelan

3.5. Tahapan Pemodelan

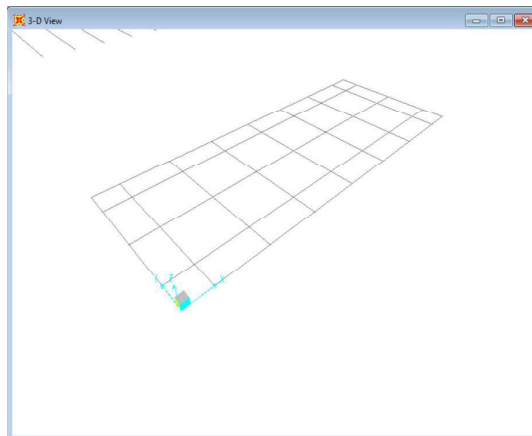
Pemodelan untuk analisis elemen hingga sistem pelat terpaku pada program SAP2000 akan dijelaskan secara ringkas seperti berikut ini:

- a. Memulai (*start*) program SAP2000.
- b. Klik menu *File* → *New Model* pada program akan muncul menu pilihan yang digunakan untuk membuat *grid*. Pilihan *Template Model* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Pilihan *template model*

- c. Pilih *Grid only* untuk membuat model perkerasan sesuai dengan data geometri dari pelat beton. Pemodelan *Gridline* pada struktur pelat beton dapat ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Pemodelan Gridline struktur pelat beton

- d. Input data pada SAP2000, meliputi antara lain: material, elemen (*frame, area section, joint, dll*), pembebanan, kombinasi beban, dan seterusnya sesuai dengan struktur di lapangan. Data material beton yang diperlukan antara lain modulus elastisitas, *poisson ratio*, dan kuat tekan beton. Sedangkan, data material tanah yang diperlukan, yaitu modulus reaksi *subgrade (k)*. Data yang

telah dimasukkan pada *software* SAP2000 dapat dilihat pada Gambar 3.6 (a) dan data elemen pelat ditunjukkan pada Gambar 3.6 (b).

(a)

(b)

Gambar 3. 6 Input data material beton (a) dan elemen pelat (b).

- e. Data koefisien reaksi *subgrade* dimasukkan sebagai area *spring* pada pelat beton dengan letak *spring* berada di bawah pelat (*bottom*) sedangkan pada tiang modulus reaksi *subgrade* dimasukkan sebagai *joint spring*. Pemasukkan data modulus reaksi *subgrade* pada pelat ditunjukkan pada Gambar 3.7 (a) dan pada tiang ditunjukkan pada Gambar 3.7 (b).

(a)

(b)

Gambar 3. 7 Input *area spring* (a) dan *joint spring* (b)

- f. Analisis model yang telah dibuat, kemudian pilih menu *analyze* → *set options*, pada program akan muncul menu pilihan untuk *analysis option*, pada menu pilihan *analysis option* → pilih menu *Fast DOFs* berupa *plane grid*, selanjutnya pilih menu *analyze* → pilih *Run*.
- g. Pengolahan data hasil analisis, setelah proses *running* selesai. Pilih menu *display* → klik *show table* → pilih hasil running berupa besaran lendutan (U3) yang terjadi pada struktur sistem pelat terpaku.