

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian ini menjelaskan tata urutan yang dilakukan selama proses penelitian berlangsung dari tahap awal berupa studi literatur hingga tahap akhir yaitu analisa hasil. Penelitian dilakukan di Universitas Sebelas Maret Surakarta dengan mengkaji data sekunder berupa data hasil pengujian pembebanan lateral pondasi tiang proyek PLTGU Muara Tawar *Add On* 650 MW yang berlokasi di Kecamatan Tarumajaya, Kabupaten Bekasi, dengan menggunakan metode elemen hingga yang dianalisis dengan program bantu aplikasi SAP 2000.

#### **A. Alat dan Perangkat**

Penelitian menggunakan program bantu aplikasi serta *software* (perangkat lunak) pengolah data dan pengolah kata. Spesifikasi alat dan perangkat yang digunakan seperti berikut.

Alat	: Laptop ASUS X450J Intel <i>Core i7-4700HQ</i>
Sistem operasi	: Windows 10 Pro
Pengolah kata	: Microsoft Word 2019
Pengolah data	: Microsoft Excel 2019
Pembuatan model	: AutoCAD 2016
Analisa model	: SAP 2000

#### **B. Pengumpulan Data**

Penelitian memerlukan data yang berkaitan sebagai pendukung dalam proses analisis. Data pendukung adalah data sekunder yang berupa data tanah, data spesifikasi pondasi tiang serta data hasil pengujian pembebanan lateral di lapangan. Data-data yang belum diketahui dan berkaitan untuk proses analisis penelitian dapat diketahui nilainya dengan cara korelasi.

##### **1. Data tanah**

Data tanah pada penelitian ini menggunakan data hasil pengujian di lapangan pada proyek PLTGU Muara Tawar *Add On* 650 MW berupa data *bore log* dengan titik lokasi *bore hole* 6 (BH6) dan data uji laboratorium tanah.

## 2. Data spesifikasi pondasi tiang

Pondasi tiang yang digunakan di lapangan berjenis *Prestressed Concrete Pretension Spun Pile (PC Spun Pile)* dengan kondisi pondasi tiang ujung bebas (*free end pile*). Spesifikasi data pondasi tiang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Data pondasi tiang

Spesifikasi	Lokasi BH6	Satuan
Tipe pondasi	<i>PC Spun Pile</i>	-
Diameter pondasi	60	cm
Tebal dinding	10	cm
Panjang pondasi	31.45	m
Mutu pondasi	fc'52	MPa
<i>PC strand</i>	<i>Grade 270</i>	-
<i>PC bar</i>	<i>Grade D – Class 1</i>	-

Penelitian ini akan menggunakan variasi dari data pondasi tiang di lapangan dengan menambahkan penutup tiang (*pile cap*), jumlah pondasi tiang, serta penambahan beban aksial. Spesifikasi yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Variasi penelitian

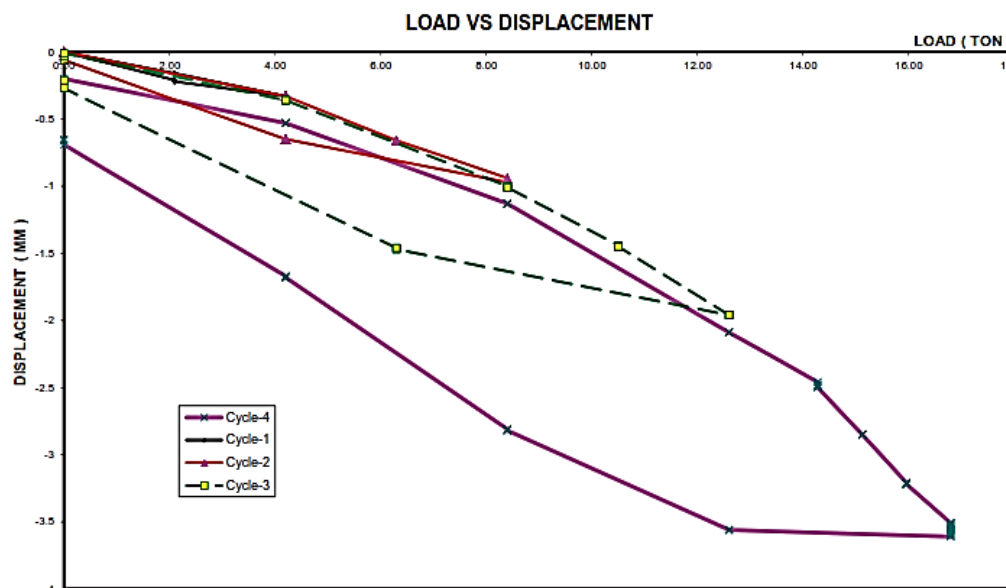
Spesifikasi	Variasi beban aksial			Satuan
	0H - 2H <sup>*)</sup>	0H - 2H <sup>*)</sup>	0H - 2H <sup>*)</sup>	ton
Jumlah tiang	1	2	4	-
Jarak antar tiang	-	2.5D <sup>*)</sup>	2.5D <sup>*)</sup>	-
Tebal <i>pilecap</i>	80	80	80	cm
Mutu <i>pilecap</i>	fc'30	fc'30	fc'30	MPa

<sup>\*)</sup>H = beban lateral yang diaplikasikan pada pondasi tiang  
D = diameter pondasi tiang

## 3. Data pengujian pembebanan lateral

Penelitian menggunakan data hasil pengujian pembebanan lateral di lapangan pada pondasi TL1. Pembebanan dilakukan dengan metode QM (*Quick Maintaned*) *Load Test* dengan beban rencana sebesar 8.4 ton. Metode pembebanan siklik (*cyclic*) atau berulang dilakukan sebagai metode pembebanan hingga beban

mencapai nilai 200% dari beban rencana yaitu 16.8 ton. Hasil dari pengujian pembebanan lateral di lapangan dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Siklus pembebanan dengan perpindahan pondasi TL1  
(Sumber: PT. Utama Karya, 2017)

Pembebanan dilakukan dengan 4 siklus hingga mencapai beban 200% dari beban rencana dengan diambil nilai beban terbesar dari tiap-tiap siklus. Siklus 1 sebesar 4.2 ton, siklus 2 sebesar 8.4 ton (beban rencana), siklus 3 sebesar 12.6 ton dan siklus 4 sebesar 16.8 ton. Ringkasan tiap siklus dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil pembebanan tiap siklus pondasi TL1

No	Pondasi TL1	
	Beban (ton)	Defleksi (mm)
1	0	0
2	2.10	0.16
3	4.20	0.33
4	6.30	0.66
5	8.40	0.97
6	10.50	1.45
7	12.60	1.96
8	14.28	2.50
9	16.80	3.59

### C. Analisis Data Sekunder

Penelitian ini perlu mengkaji kembali data sekunder untuk mencari nilai-nilai yang belum diketahui agar dapat lanjut ke tahapan berikutnya. Nilai-nilai tersebut seperti sifat-sifat tanah yang tidak tersedia dari data tanah di lapangan dilakukan korelasi dengan menggunakan data dari N-SPT lapangan. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk analisis pada *input* parameter tanah.

### D. Metode Pembebanan Model Pondasi Tiang

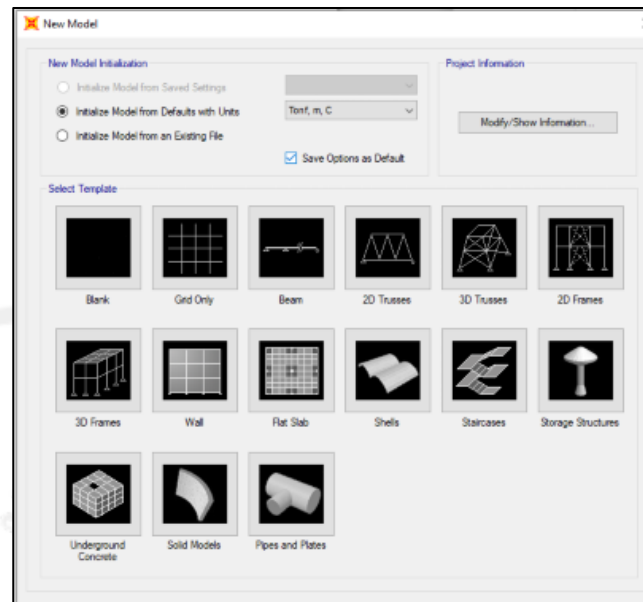
Pembebanan yang diterapkan pada model pondasi tiang dalam penelitian ini dilakukan secara simultan. Tahap pertama adalah dengan memberi beban lateral pada model pondasi tiang kemudian tahap kedua adalah memberi beban lateral dan beban aksial yang divariasikan nilainya dari 0H hingga 2H, dimana nilai H adalah beban lateral yang diaplikasikan. Hal ini dikarenakan pada metode elemen hingga dengan program SAP 2000 pengaplikasian beban hanya dapat dilakukan secara serentak pada analisa hasil *running output* dari program tersebut. Rangkaian pembebanan dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Tahap pembebanan pada model pondasi tiang

Model pondasi tiang	Metode pembebanan pada model pondasi				
	Tahap 1	Tahap 2			
	Beban lateral	Beban lateral dengan variasi beban aksial			
	0H	0.5H	1H	1.5H	2H
Pondasi tiang tunggal (1 tiang)	√	√	√	√	√
Pondasi tiang kelompok (2 tiang)	√	√	√	√	√
Pondasi tiang kelompok (4 tiang)	√	√	√	√	√

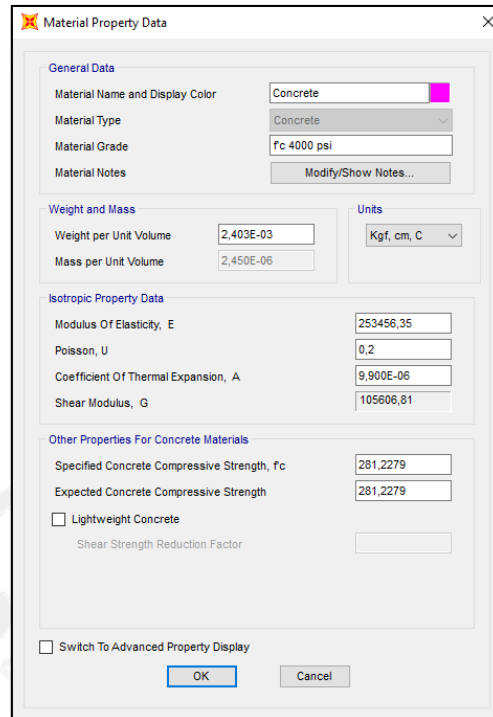
## E. Analisis Metode Elemen Hingga

Analisis metode elemen hingga di dalam penelitian ini menggunakan program bantu aplikasi SAP 2000. Tahapan menjalankan program diawali dengan pembuatan model, *input* nilai data yang akan digunakan, hingga analisis model. Urutan proses menjalankan program SAP 2000 sebagai berikut.

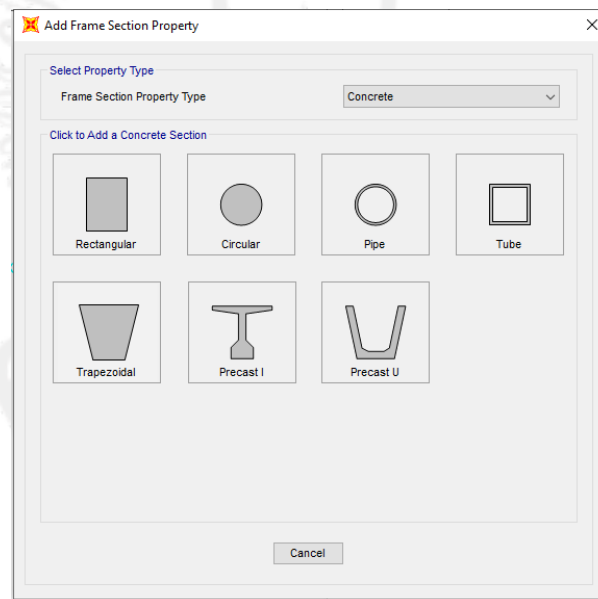


Gambar 3.2 Tampilan antar muka awal program SAP 2000

1. Langkah paling awal adalah mengatur sistem satuan global yang akan digunakan.
2. Mendefinisikan material dari pondasi tiang dan penutup tiang sesuai dengan nilai spesifikasi yang digunakan di dalam penelitian. Tampilan *define materials* dan *material property data* dapat dilihat pada Gambar 3.3.
3. Setelah material didefinisikan selanjutnya adalah mengatur penampang dari tipe pondasi yang akan digunakan dengan memilih menu *define section properties* lalu *frame section* seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.3 Tampilan menu *define material property data*

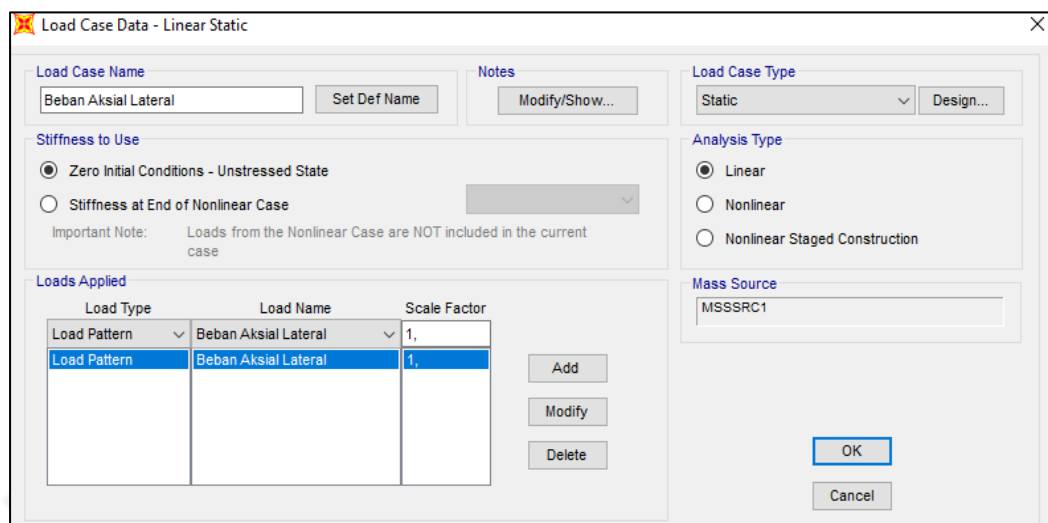


Gambar 3.4 Tampilan menu *define section properties*

4. Pembuatan model dengan menggunakan koordinat joint yang disesuaikan dengan nilai bacaan N-SPT di lapangan pada tiap kedalaman. Hal ini dilakukan agar memudahkan langkah berikutnya dalam memasukkan nilai parameter tanah.

5. Pemodelan parameter tanah pada model pondasi tiang dengan menggunakan *define section properties* kemudian *link/support properties* sesuai dengan nilai persamaan-persamaan yang dijelaskan pada Bab 2.

6. Mendefinisikan beban pada menu *define load pattern* sesuai dengan tipe pembebanan yang akan dilakukan di dalam penelitian. Selanjutnya adalah mendefinisikan *load case* yang akan dijalankan dengan memilih *load case type* dan *analysis type*. Tampilan menu ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tampilan menu *load case data*

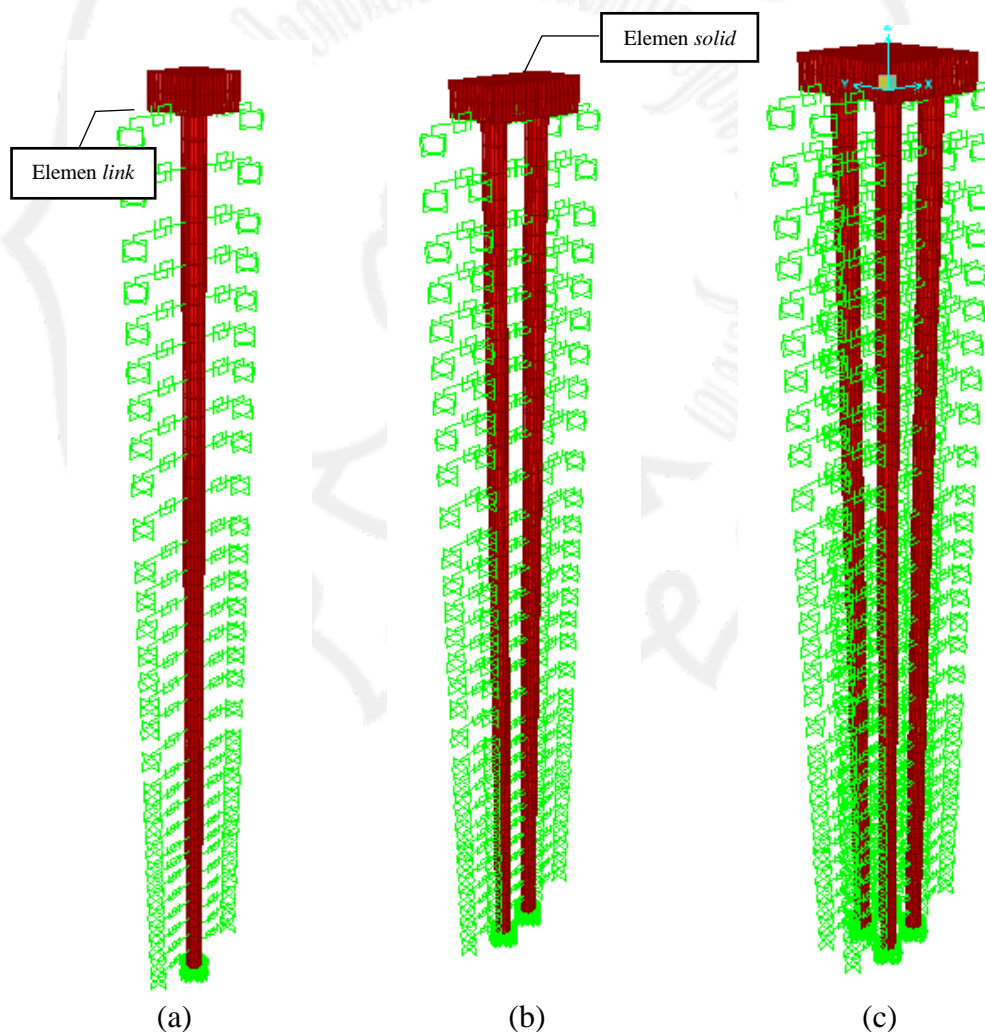
7. Memasukkan nilai link/support properties pada model pondasi tiang dengan memilih menu assign link properties sesuai dengan koordinat bacaan tiap bacaan nilai N-SPT.

8. Memberikan beban pada model pondasi tiang berupa beban lateral dan variasi beban aksial dengan menu *assign joint forces* yang nilainya sesuai dengan spesifikasi bacaan di lapangan serta variasi yang digunakan di dalam penelitian. Pemberian beban lateral dibagi menjadi sembilan titik *joint* dan beban aksial dibagi menjadi lima titik *joint*.

9. Setelah mendefinisikan semua material dan beban sesuai dengan nilai di dalam penelitian, kemudian langkah terakhir adalah menjalankan analisis program SAP 2000 dengan menu *run analysis*. Hasil analisis program dapat diperoleh dengan mengakses menu *file* lalu memilih *print tables joint output* dan *displacement*.

## F. Analisis Variasi Model Pondasi Tiang

Analisis pertama yang dilakukan adalah menganalisa nilai perbandingan dari defleksi yang terjadi akibat pembebanan lateral-aksial berdasarkan dari variasi beban aksial yang diaplikasikan dari  $0H$  hingga  $2H$  pada masing-masing model pondasi tiang dari hasil *output* metode elemen hingga. Hasil tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik kurva nilai pembebanan dengan defleksi. Analisis kedua adalah menginterpretasi nilai tahanan lateral ultimit berdasarkan metode Sharma (1990) untuk mengetahui pengaruh beban lateral-aksial yang diaplikasikan pada masing-masing model pondasi tiang. Arah pembebanan lateral searah sumbu  $x$  dan arah pembebanan aksial searah sumbu  $z$ . Detail model pondasi tiang dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 di bawah.

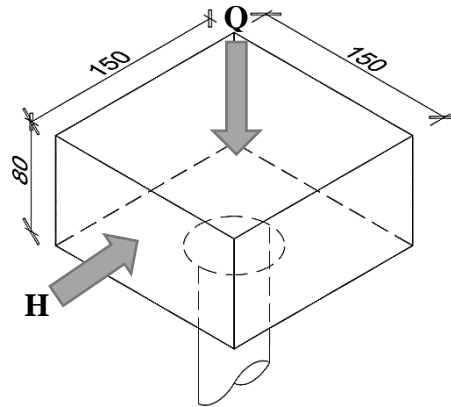


Gambar 3.6 Pemodelan pondasi tiang 3D MEH  
(a). 1 tiang (b). 2 tiang (c). 4 tiang

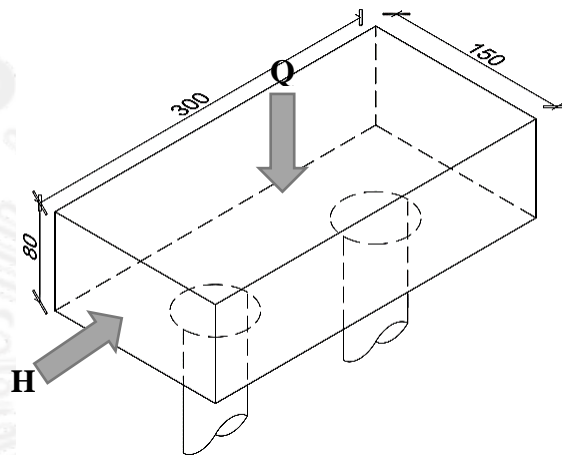


Q = beban aksial

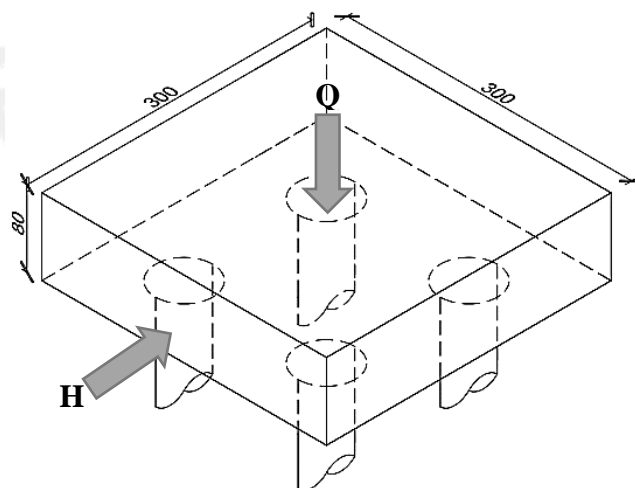
H = beban lateral



(a)



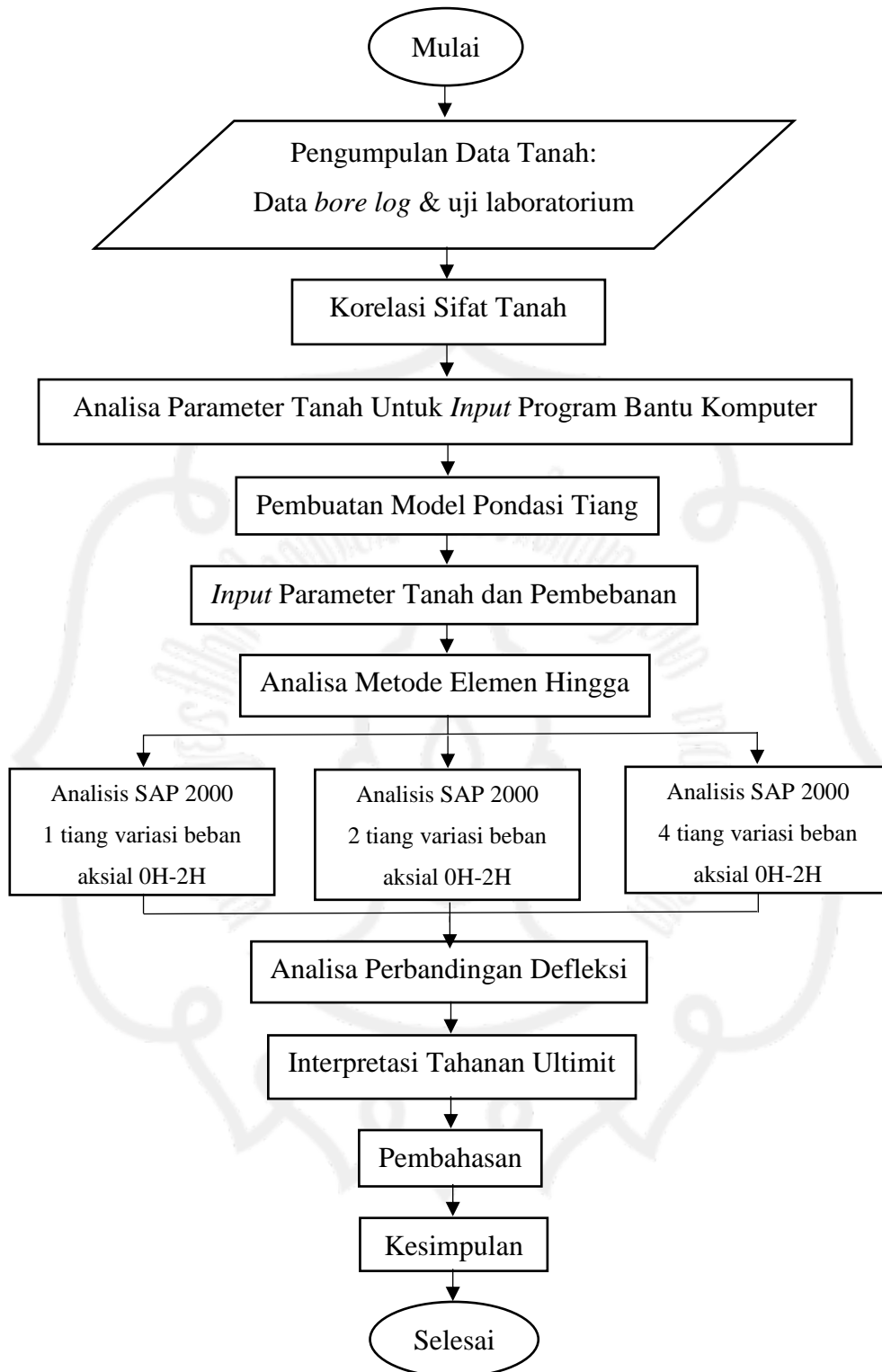
(b)



(c)

Gambar 3.7 Dimensi dan arah pembebanan model pondasi tiang

(a). 1 tiang (b). 2 tiang (c). 4 tiang

**G. Diagram Alir Penelitian**

Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian