

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

Dalam menjalankan penelitian Tugas Akhir ini, metode yang akan digunakan meliputi pengumpulan data, pengolahan data, analisis, pembahasan, dan pengambilan kesimpulan. Untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang ada, saya mencoba untuk dapat membuat sebuah program bantu dengan menggunakan aplikasi Matlab.

### **4.1 Pengumpulan Data**

Data-data yang diperlukan dalam Tugas Akhir ini meliputi data tanah, data struktur dan data beban gempa. Data tanah yang digunakan merupakan data dari penyelidikan tanah dengan pengujian *Standard Penetration Test* (SPT) dan hasil penelitian di laboratorium, data struktur yang digunakan merupakan suatu model struktur baja tahan gempa dan data beban gempa yang digunakan merupakan suatu rekaman percepatan tanah akibat gempa yang berupa riwayat waktu (*time history*) percepatan tanah. Perincian dari data tersebut adalah sebagai berikut.

#### **4.1.1 Data Tanah**

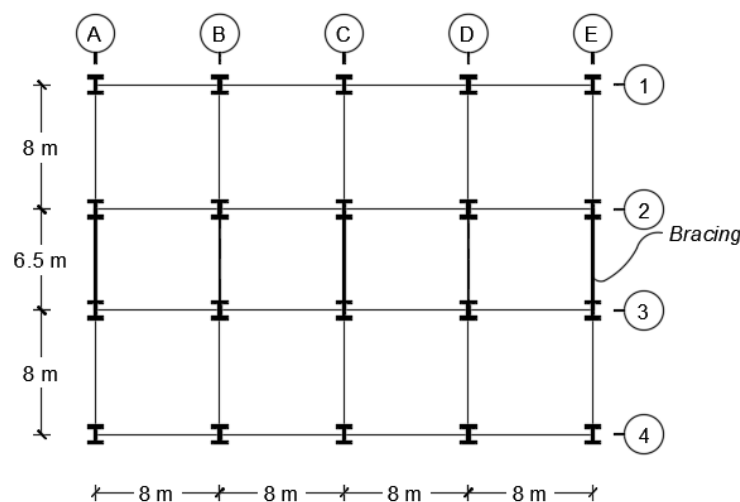
Data tanah yang akan digunakan merupakan hasil dari penyelidikan tanah dengan pengujian SPT. Tanah yang digunakan merupakan tanah di rumah sakit Universitas Islam Indonesia yang berada di Jalan Srandakan, Bantul, Yogyakarta. Data tanah diambil dari Tugas Akhir Muhammad Irfan Marasabessy (2017) yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan untuk data hasil pengujian SPT dapat dilihat pada Lampiran 3 SPT. Data tanah tersebut merupakan hasil dari sebuah korelasi terhadap data dari pengujian.

Tabel 4.1 Data Tanah

Lapisan Tanah	Kedalaman m	Deskripsi Tanah	$\gamma_{sat}$	e	PI	OCR	Kohesi kg/m <sup>2</sup>	$\theta$ derajat
			kg/m <sup>3</sup>		%			
1	6	Pasir	1828	0.4	5	1	300	33
2	12	Lanau	1957	0.6	20	1	360	26
3	17	Lanau	1820	0.6	21	1	220	26
4	20	Lempung	1960	0.6	25	1	370	20
5	24	Pasir	1895	0.4	5	1	200	40
6	26	Pasir	1895	0.4	3	1	200	34

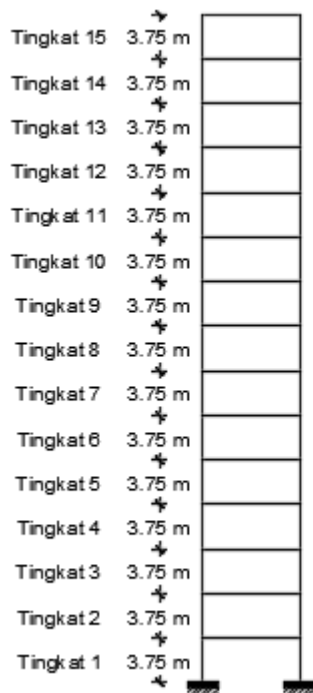
#### 4.1.2 Data Struktur

Struktur yang akan ditinjau merupakan suatu model struktur baja bertingkat 15 tingkat. Model struktur 15 tingkat merupakan struktur baja tahan gempa dengan *strong coloumn weak beam* yang diambil dari Tugas Akhir Wiwit Budi C dan Hariyanto (2000). Struktur tersebut merupakan suatu hasil dari analisis dan desain 3 dimensi, sehingga semua profil atau dimensi dari struktur sudah tersedia dalam Tugas Akhir tersebut. Pada Tugas Akhir ini ditambahkan pengaku (*bracing*) tipe X pada struktur *open frame* tersebut untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang sudah ada. Untuk memperjelas model struktur yang digunakan berikut ini saya cantumkan gambar denah dan perletakkan kolom serta potongan dari model struktur yang digunakan. Pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai 4.4.

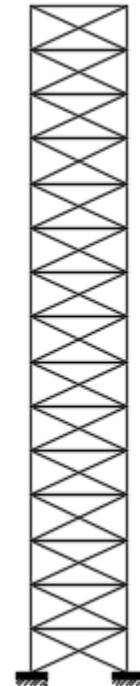


Gambar 4.1 Denah Perletakkan Balok dan Kolom Struktur 15 Tingkat

Dalam Tugas Akhir ini digunakan hanya batang tengah. Sehingga potongan denah menjadi,



**Gambar 4.2 Pot. C Struktur Open  
Frame 15 Tingkat**



**Gambar 4.3 Pot. C Struktur 15  
Tk. dgn Bracing X**

Dimensi balok, kolom, pengaku (*bracing*) struktur diambil dari struktur portal dalam Tugas Akhir Wiwit Budi C dan Hariyanto (2000). Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3.

**Tabel 4.2 Dimensi Elemen Struktur 15 Tingkat**

No	Elemen Struktur	Lantai	Profil Baja	Berat (kg/m)	Luas Tampang (m <sup>2</sup> )	Inersia (m <sup>4</sup> )
1	Balok	1-5	W14X53	78.87268882	0.010064496	0.000225181
2	Balok	6-10	W14X53	78.87268882	0.010064496	0.000225181
3	Balok	11-15	W14X26	38.69226244	0.00496128	0.000101977
4	Kolom	1-5	W14X370	550.6206578	0.07032244	0.002264299
5	Kolom	6-10	W14X311	462.8189853	0.058967624	0.001802282
6	Kolom	11-15	W14X211	314.0025913	0.03999992	0.001107176
7	<i>Bracing</i>	1-5	W8X21	31.25144274	0.003974186	3.13422E-05
8	<i>Bracing</i>	6-10	W8X18	26.78695092	0.003393542	2.57647E-05
9	<i>Bracing</i>	11-15	W8X15	22.3224591	0.00286451	1.99791E-05

**Tabel 4.3 Beban Merata Struktur 15 Tingkat**

Tingkat	Beban Merata (kg/m)
	Balok 6.5 m
1-15	3427

#### 4.1.3 Data Beban Gempa

Beban gempa yang digunakan pada Tugas Akhir ini terdiri dari 3 macam beban gempa untuk frekuensi rendah, frekuensi menengah, dan frekuensi tinggi. Pembebanan menggunakan batas *code level limit state* dengan percepatan maksimum sebesar  $70,4 \text{ cm/dt}^2$  yang diambil dari Tugas Akhir Imam Wibowo dan Hafidz Auzzami (2003) yang merupakan batas dalam perencanaan struktur dimana bangunan masih dalam batas elastik murni. Data kandungan frekuensi beban gempa dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Data Kandungan Frekuensi Beban Gempa**

No	Beban Gempa	A maks ( $\text{cm/dt}^2$ )	V maks ( $\text{cm/dt}$ )	A/V Rasio ( $\text{g/m/dt}$ )	Ket.
1	EL Centro Rendah	210.915	29.229	0.736	Dari data
2	El Centro Menengah	307.053	29.602	1.057	Dari data
3	Manjil	505.215	21.331	2.053	Dari data

Data gempa yang digunakan pada analisis adalah gempa EL Centro Rendah (frekuensi rendah), gempa Elcentro Menengah (frekuensi menengah), dan gempa Manjil (frekuensi tinggi). Gempa El Centro terjadi di California, Amerika Serikat dan gempa Manjil terjadi di Iran. Skala untuk data gempa pada *Code Level Limit State* adalah sebagai berikut.

1. Skala gempa EL Centro Rendah = 0,3339
2. Skala gempa EL Centro Menengah = 0,2293
3. Skala gempa Manjil = 0,1393

## 4.2 Tahapan Analisis

Tahapan analisis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

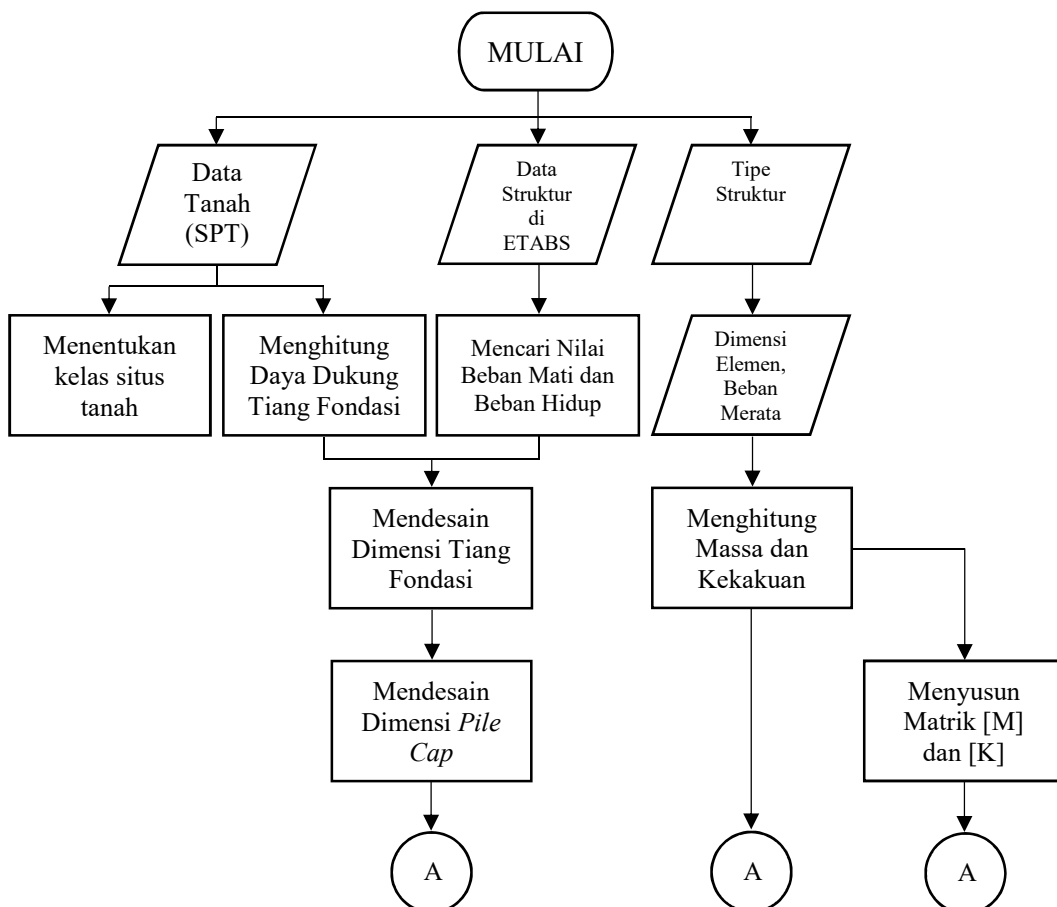
1. Menentukan kelas situs tanah dengan data pengujian SPT
2. Menghitung daya dukung tiang
3. Mendesain jumlah tiang fondasi yang dibutuhkan
4. Mendesain dimensi *pile cap*
5. Menghitung massa *pile cap* dengan prinsip *Lumped Mass*
6. Menghitung massa bangunan dengan prinsip *Lumped Mass*
7. Menghitung nilai kekakuan struktur dengan prinsip *Shear Building*
8. Menghitung frekuensi sudut ( $\omega$ )
9. Menghitung nilai  $I_g$
10. Menghitung kekakuan horizontal ( $k_h$ ), kekakuan rotasi ( $k_r$ ), redaman horizontal ( $c_h$ ), dan redaman rotasi ( $c_r$ ) interaksi antara fondasi dengan tanah
11. Menghitung nilai redaman dengan prinsip *Mass and Stiffness Proportional Damping*
12. Menyusun matriks massa mengalami rotasi pondasi [M]
13. Menyusun matriks kekakuan mengalami rotasi pondasi [K]
14. Menyusun matriks redaman mengalami rotasi pondasi [C]
15. Menghitung konstanta  $\hat{k}$ ,  $a$  dan  $b$
16. Menghitung gaya efektif (Pt)
17. Menghitung  $\Delta \hat{p}$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta \dot{y}$ ,  $\Delta \ddot{y}$ ,  $\Delta \theta$ ,  $\Delta \dot{\theta}$ ,  $\Delta \ddot{\theta}$
18. Menghitung  $y$ ,  $\dot{y}$ ,  $\ddot{y}$ ,  $\theta$
19. Menghitung simpangan rotasi
20. Menghitung simpangan total
21. Menghitung simpangan antar tingkat (*inter-story drift*)
22. Menghitung gaya horizontal antar tingkat
23. Menghitung gaya geser tingkat
24. Menghitung momen guling (*overturning moment*)

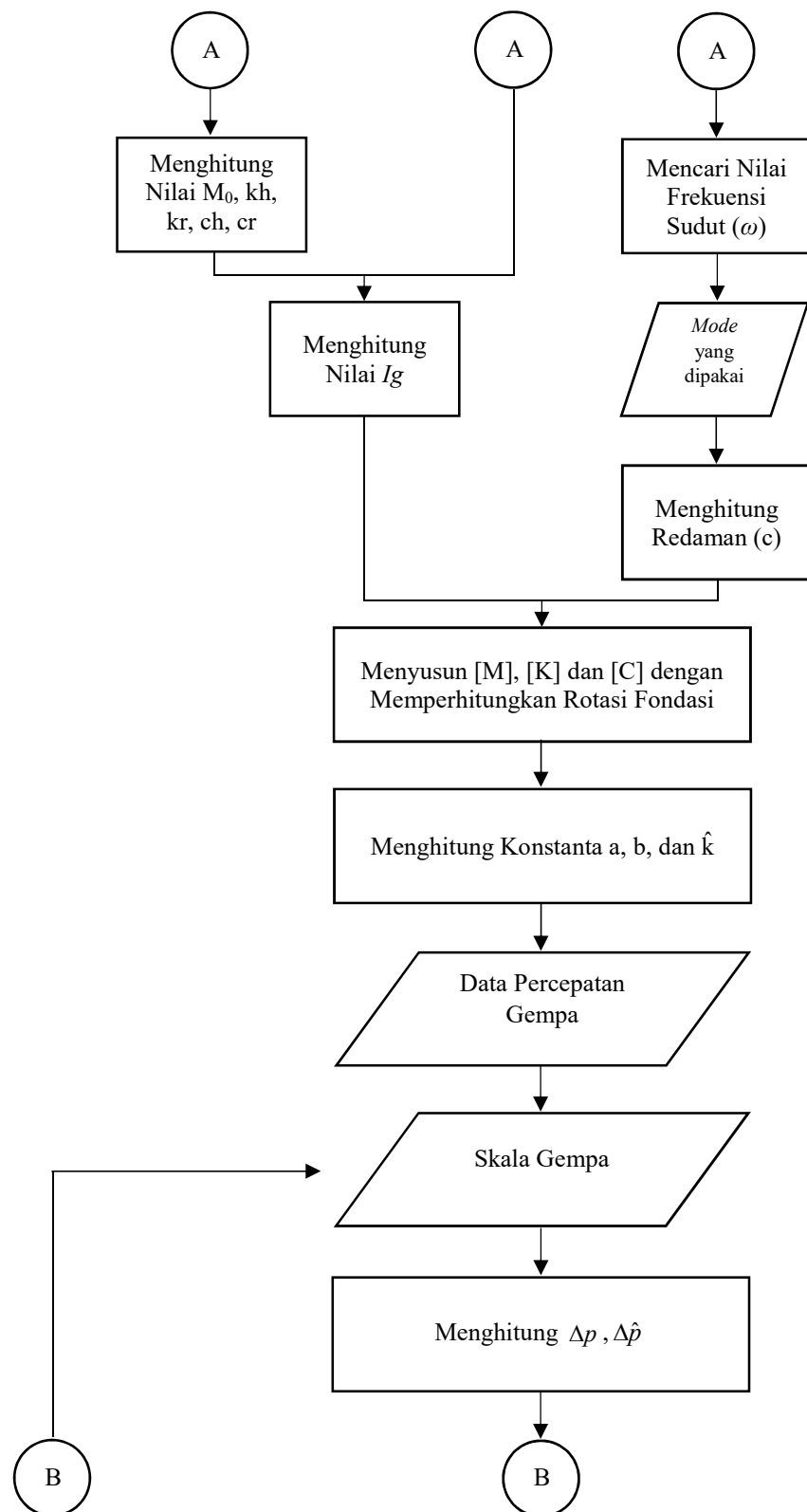
### 4.3 Pengujian

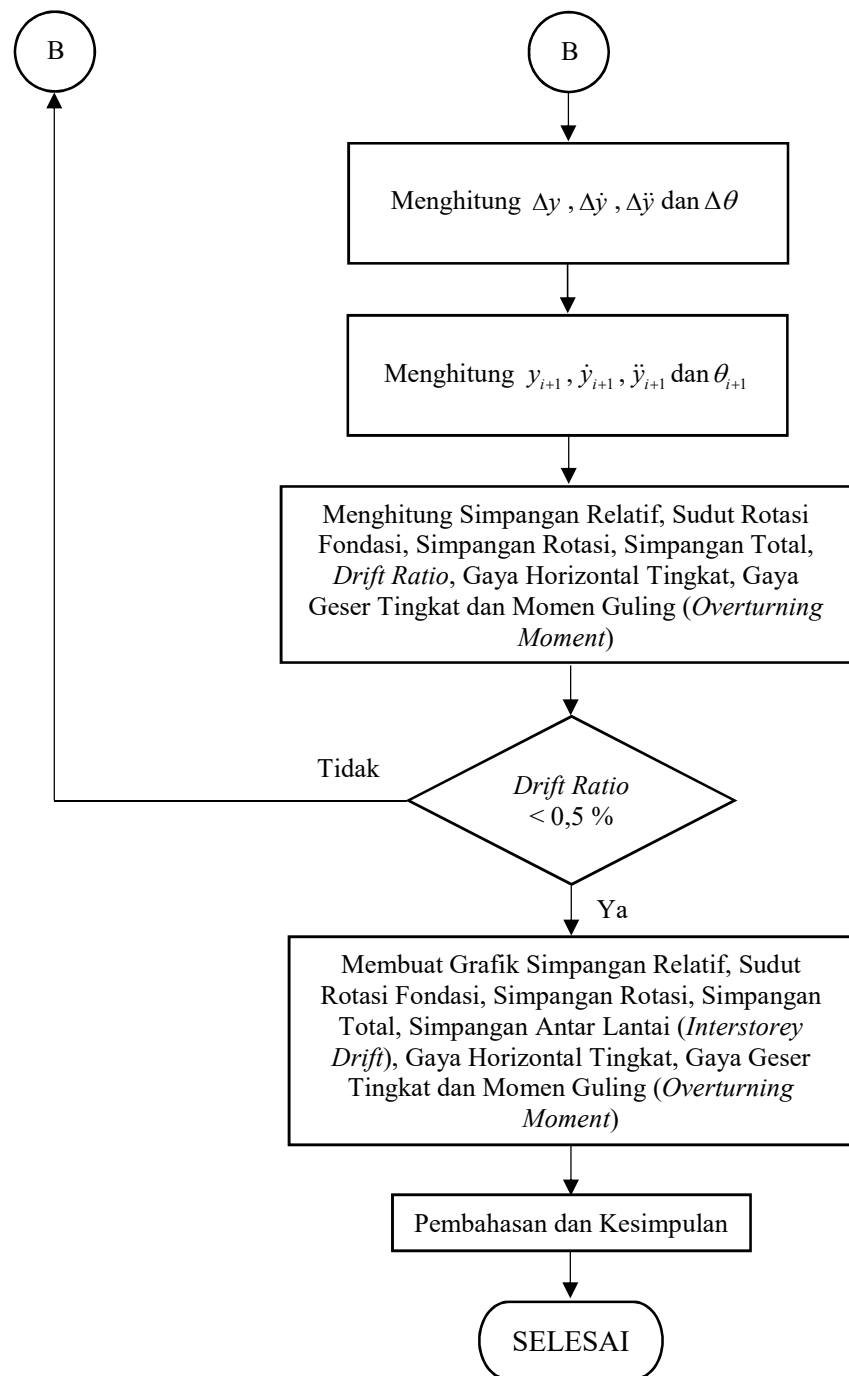
Pengujian yang akan dilakukan pada Tugas Akhir ini menggunakan 3 macam beban gempa yang berupa riwayat waktu (*time history*) terhadap struktur dengan parameter nilai simpangan relatif, rotasi pondasi, simpangan rotasi, simpangan total, *drift ratio*, gaya horizontal antar tingkat, gaya geser antar tingkat dan momen guling (*overturning moment*). Pada pengujian ini beban gempa yang digunakan dengan interval waktu 0,01 detik selama beban gempa berlangsung. Rasio redaman struktur yang digunakan sebesar 5%.

### 4.4 Bagan Alir

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4.







**Gambar 4.4 Bagan Alir Penelitian**