

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

Struktur Gedung Kuliah Umum I merupakan salah satu gedung yang berada di wilayah kampus Institut Teknologi Sumatera, Way Huwi, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari penggunaan *curved damper* pada Gedung Kuliah Umum I terhadap beban statik bangunan itu sendiri maupun terhadap beban dinamik akibat beban gempa.



**Gambar 3.1.** Lokasi Penelitian  
(Sumber : Google Earth)

### 3.2. Rancangan Penelitian

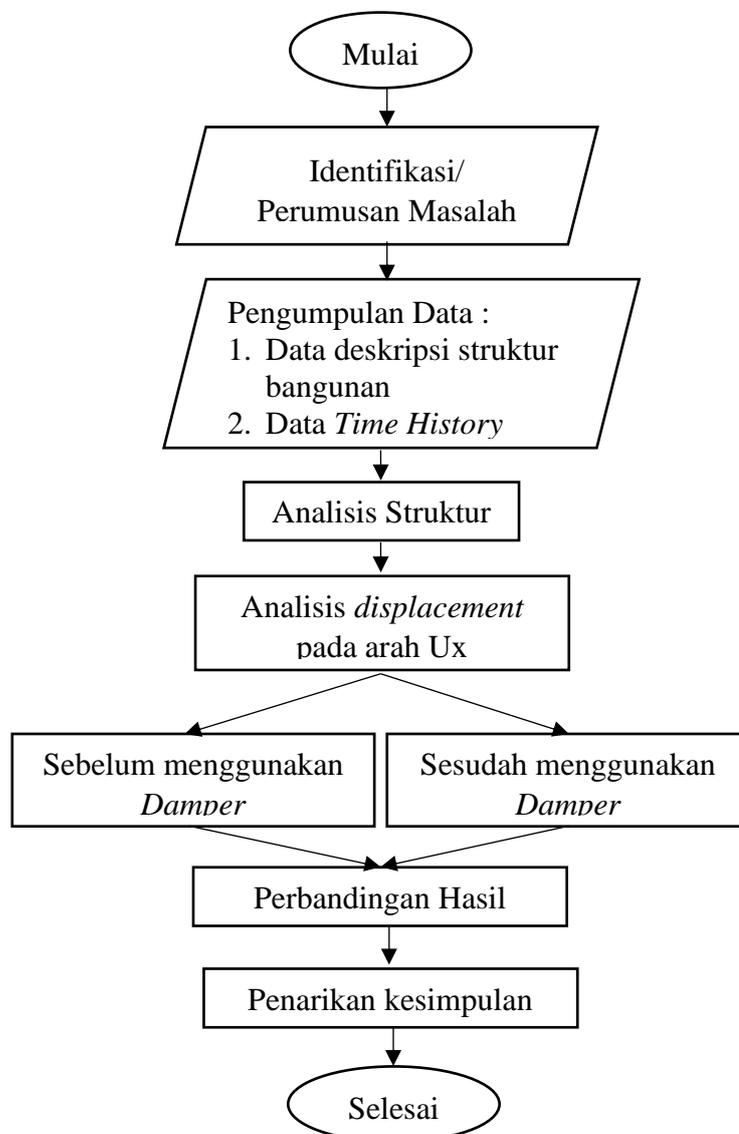
Penelitian ini termasuk penelitian numerik berdasarkan analisis *software* ETABS, yaitu untuk mengetahui akibat penggunaan *damper* pada suatu struktur yang menerima beban gempa. Proses penelitian ini dilakukan dengan cara penarikan hipotesis melalui studi literatur dan kemudian akan dilakukan pemodelan *damper* pada gedung yang kemudian akan

dibandingkan akan dibandingkan hasil *displacement* pada saat sebelum penggunaan *damper* dengan sesudah penggunaan *damper* pada gedung.

### 3.3. Media Penelitian

Analisis struktur bangunan pada penelitian ini menggunakan aplikasi ETABS V.17 sebagai *software analysis* untuk mendapatkan hasil-hasil perilaku struktur pada saat sebelum dan sesudah penambahan *curved damper* dengan metode Newmark.

### 3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

### **3.5. Prosedur Pelaksanaan**

#### **3.5.1. Identifikasi Masalah**

Gedung Kuliah Umum I ITERA merupakan gedung yang berfungsi sebagai gedung kuliah maupun untuk seminar. Bangunan utama gedung GKU I terdiri dari 4 lantai dan setiap lantainya memiliki tinggi 4 meter, serta memiliki aula pada lantai paling atasnya. Luas total bangunannya 2688 m<sup>2</sup>. Permasalahan yang terjadi pada Gedung Kuliah Umum I ITERA yaitu adanya *displacement* berlebih pada struktur dan diidentifikasi/dirumuskan penyebab terjadinya *displacement* berlebih tersebut.

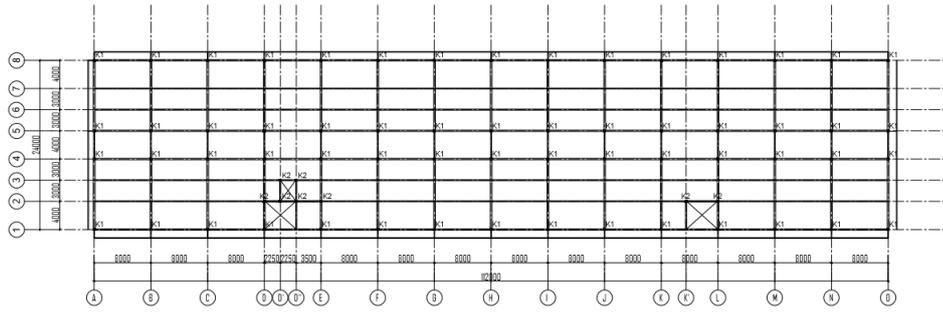
#### **3.5.2. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan tahapan utama yang akan dilakukan untuk menyelesaikan suatu masalah secara ilmiah dan didasari dengan dasar teori yang valid, dalam pengumpulan data yang akan dipertanggung jawabkan kredibilitas datanya. Data yang dibutuhkan dalam penilitan ini berupa data deskripsi struktur gedung dan data *time history*. Ada beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian ini, seperti:

1. Variabel bebas: yaitu penempatan *curved damper* pada Gedung Kuliah Umum I ITERA
2. Variabel terikat: yaitu hasil *displacement* pada saat sebelum dan sesudah menggunakan *curved damper*
3. Variabel kontrol: yaitu beban sendiri gedung dan beban gempa

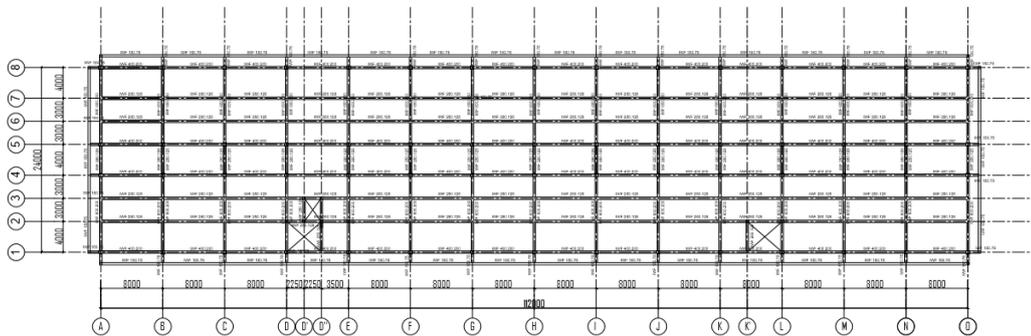
##### **3.5.2.1. Data deskripsi struktur**

Bangunan yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah Gedung Kuliah Umum I ITERA yang berada di wilayah kampus Institut Teknologi Sumatera, Way Huwi, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung. Gedung ini memiliki panjang 112 meter, lebar 24 meter dan tinggi 24 meter, dengan data deskripsi struktur bangunan kolom dan balok pada setiap lantai gedung.



**DENAH KOLOM LANTAI 1**  
Skala 1:100

**Gambar 3.3.** Denah Kolom Lantai 1 GKU I



**DENAH BALOK LANTAI 2**  
Skala 1:100

**Gambar 3.4.** Denah Balok Lantai 2 GKU I

Gedung ini akan dianalisis *displacement*nya dengan memberikan beban sendiri dan beban gempa, dan kemudian portal yang mengalami *displacement* paling besar akan diberikan material peredam atau *seismic devices*.

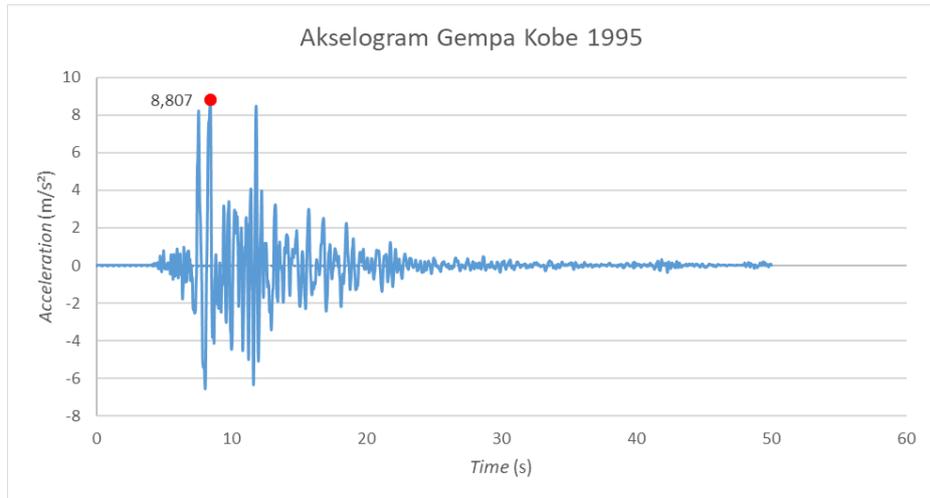
*Seismic devices* dipasang pada suatu bangunan dan merupakan perangkat yang membatasi atau mendisipasi energi gempa yang masuk ke dalam bangunan. Alat ini memiliki efek memodifikasi kekakuan struktur, mengurangi dan menambah massa. Alat yang akan digunakan merupakan *passive seismic devices*. Setelah gempa, energi memasuki struktur dan bereaksi berlebih banyak jika struktur bereaksi atau jika energi datang signifikan. Perangkat seismik pasif, menurut ukurannya, tergantung pada fungsinya, dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu isolasi (*seismic isolator*) dan disipasi energi (*damper*). Peredam adalah penyerap energi yang

mengurangi respons ketidakselarasan struktural dan menghentikan getaran. Hal ini mengurangi kesenjangan antara tingkat dan mengurangi gaya lateral pada kolom.

*Curved damper* adalah salah satu jenis *damper* yang digunakan pada gedung. *Curved damper* merupakan elemen struktur yang terbuat dari baja dan didesain melengkung dan kemudian ditempatkan pada balok ke daerah kolom. Pada analisis struktur yang dilakukan, *damper* disimulasikan sebagai *link* elemen (*link-exponential*). *Damper* yang diaplikasikan pada *software* menggunakan sistem *link* dengan menggunakan jenis *link-Exponential*. Karena jika menggunakan *define* material *curved damper* dibutuhkan pendalaman materi lebih lanjut dan keterbatasan waktu apabila dilakukan dengan *section properties*.

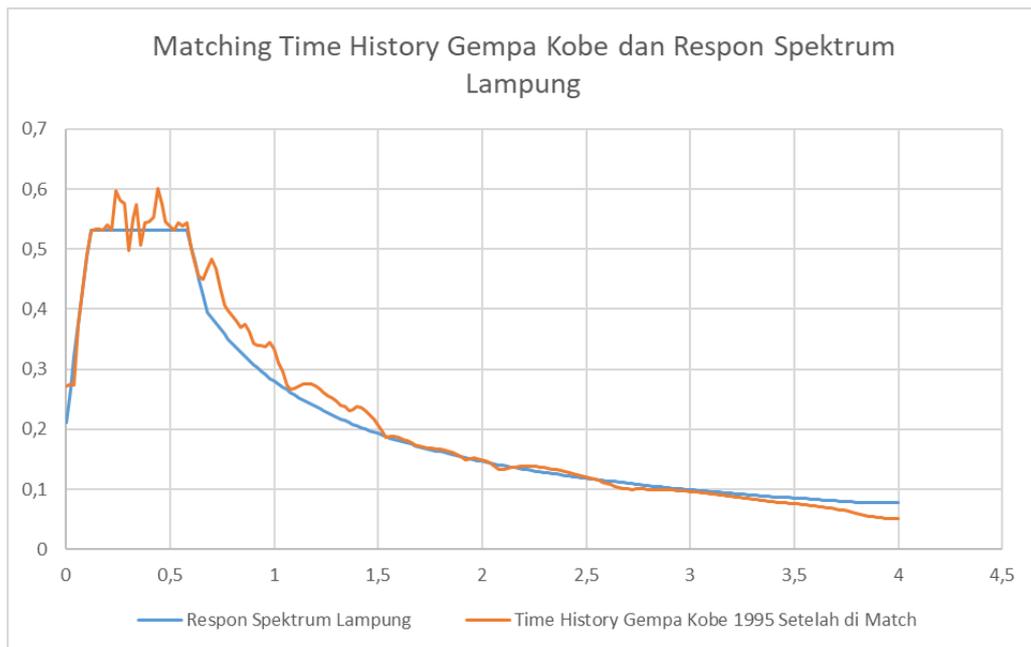
#### **3.5.2.2. Data Time History**

Data *time history* atau riwayat waktu didapat dari catatan akselogram gempa saat gempa terjadi di suatu wilayah. Dalam hal ini akselogram gempa Kobe yang terekam dengan kekuatan 7,2 skala *Richter*. Pemilihan gempa Kobe karena gempa Kobe memiliki *pattern* yang berbeda dengan yang lain, *shock pattern* gempa seperti itu termasuk gempa yang paling merusak struktur bangunan. Beban gempa tersebut dimasukkan dalam pemodelan struktur ke arah X (memanjang gedung). Berikut merupakan grafik data gempa dengan data percepatan:



**Gambar 3.5.** *Time History*

Berikut merupakan grafik data hasil *matching* dari *time history* gempa Kobe 1995 dan respon spektrum dari daerah Lampung yang didapatkan dengan bantuan software Seismomatch.



**Gambar 3.6.** *Matching Time History* Gempa Kobe dan Respon Spektrum Lampung

### 3.5.3. Pemodelan dan Analisis Struktur

Analisis menggunakan ETABS juga membutuhkan parameter desain tertentu untuk menghasilkan beban yang dibutuhkan untuk bangunan.

Pada struktur gedung yang sudah dimodelkan akan diberikan beban untuk melihat performa dari struktur yang menggunakan peredam dan tanpa peredam. Pada saat pemodelan struktur balok dan kolom dimodelkan sebagai *open frame* sehingga beban yang bekerja akan langsung diterima elemen struktur.

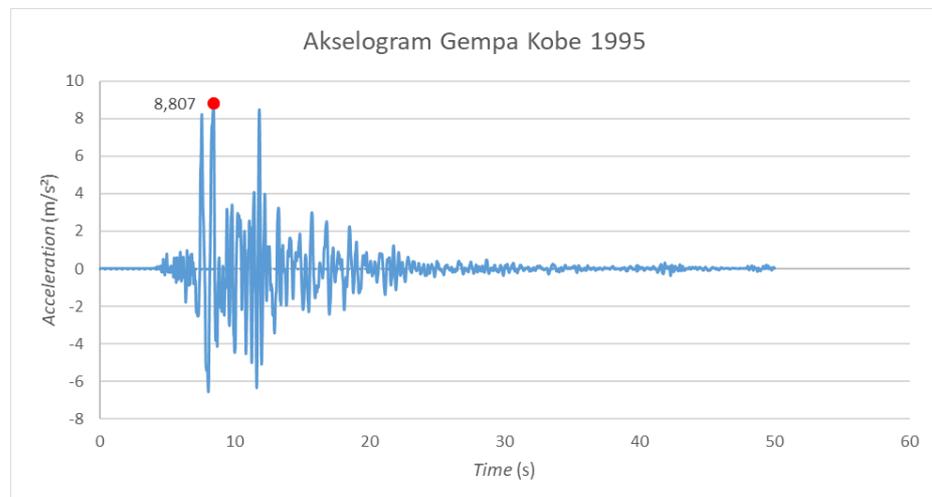
Kombinasi pembebanan yang paling dominan pada penelitian ini adalah beban seismic, yaitu beban gempa *time history* kombinasi yang merupakan kombinasi *nonlinear* dari fungsi riwayat waktu. Beberapa parameter desain yang digunakan adalah:

1. Beban mati:

- a. Berat jenis beton:  $2400 \text{ kg/m}^3$
- b. Berat jenis keramik:  $24 \text{ kg/m}^3$
- c. Berat jenis plafon:  $11 \text{ kg/m}^3$
- d. Berat jenis MEP:  $5 \text{ kg/m}^3$
- e. Berat jenis penggantung:  $7 \text{ kg/m}^3$

2. Beban gempa berupa *Time History of the ground acceleration*

Data *time history* atau riwayat waktu didapat dari catatan akselogram gempa saat gempa terjadi di suatu wilayah. Dalam hal ini akselogram gempa Kobe yang terekam dengan kekuatan 7,2 skala *Richter*. Beban gempa tersebut dimasukkan dalam pemodelan struktur kearah X (memanjang gedung). Berikut merupakan grafik data gempa dengan data percepatan:



**Gambar 3.7.** *Time History*

### **3.5.3.1. Analisis Struktur Bangunan**

Analisis struktur bangunan pada penelitian ini menggunakan aplikasi ETABS V.17 untuk mendapatkan hasil-hasil perilaku struktur. Adapun tahap-tahap analisis struktur pada penelitian ini sebagai berikut :

- a. Pemodelan gedung menggunakan beban sendiri gedung
- b. Analisis *displacement* yang terjadi pada gedung akibat beban sendiri gedung dan beban dinamik
- c. Penempatan *damper* pada struktur gedung
- d. Analisis *displacement* yang terjadi pada gedung akibat beban sendiri gedung dan beban dinamik setelah menggunakan *damper*

### **3.5.3.2. Analisis Struktur Bangunan Tanpa *Curved Damper***

Setelah pengumpulan data dilakukan, dilakukan pemodelan struktur bangunan gedung GKU I ITERA dengan menggunakan software ETABS V.17. Lalu dilakukan analisis *displacement* pertama dengan menggunakan beban sendiri gedung untuk mengetahui *mode shape* yang dominan pada gedung. Setelah mendapatkan arah *mode shape* yang lebih dominan, diberikan beban gempa berupa *time history* pada gedung dengan arah yang sesuai dengan arah dominan gedung. Setelah menambahkan beban gempa, dilakukan analisis kedua untuk mendapatkan besar *displacement* awal pada saat sebelum menggunakan *damper* dan dari besar *displacement* tersebut dapat ditentukan dimana lokasi yang tepat untuk ditambahkan atau diperkuat dengan *damper*.

### **3.5.3.3. Analisis Struktur Bangunan Dengan *Curved Damper***

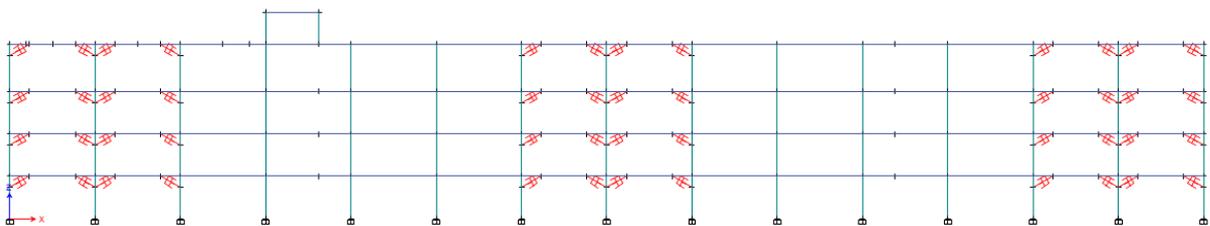
Setelah mengetahui besar *displacement* awal pada struktur, diberikan penambahan performa bangunan untuk mengurangi *displacement* dengan menggunakan *curved damper*. Penempatan *damper* ditentukan pada lokasi yang setidaknya lebih mempengaruhi pada kekakuan struktur tersebut. Setelah itu dilakukan analisis perbandingan hasil *displacement* pada gedung sebelum diberikan penambahan peredam berupa *curved damper* dan setelah diberikan. Lalu memberikan kesimpulan apakah metode ini

efektif dilakukan untuk menahan *displacement* berlebih akibat beban statik maupun dinamik akibat beban gempa.

#### 3.5.3.4. Penempatan *Damper*

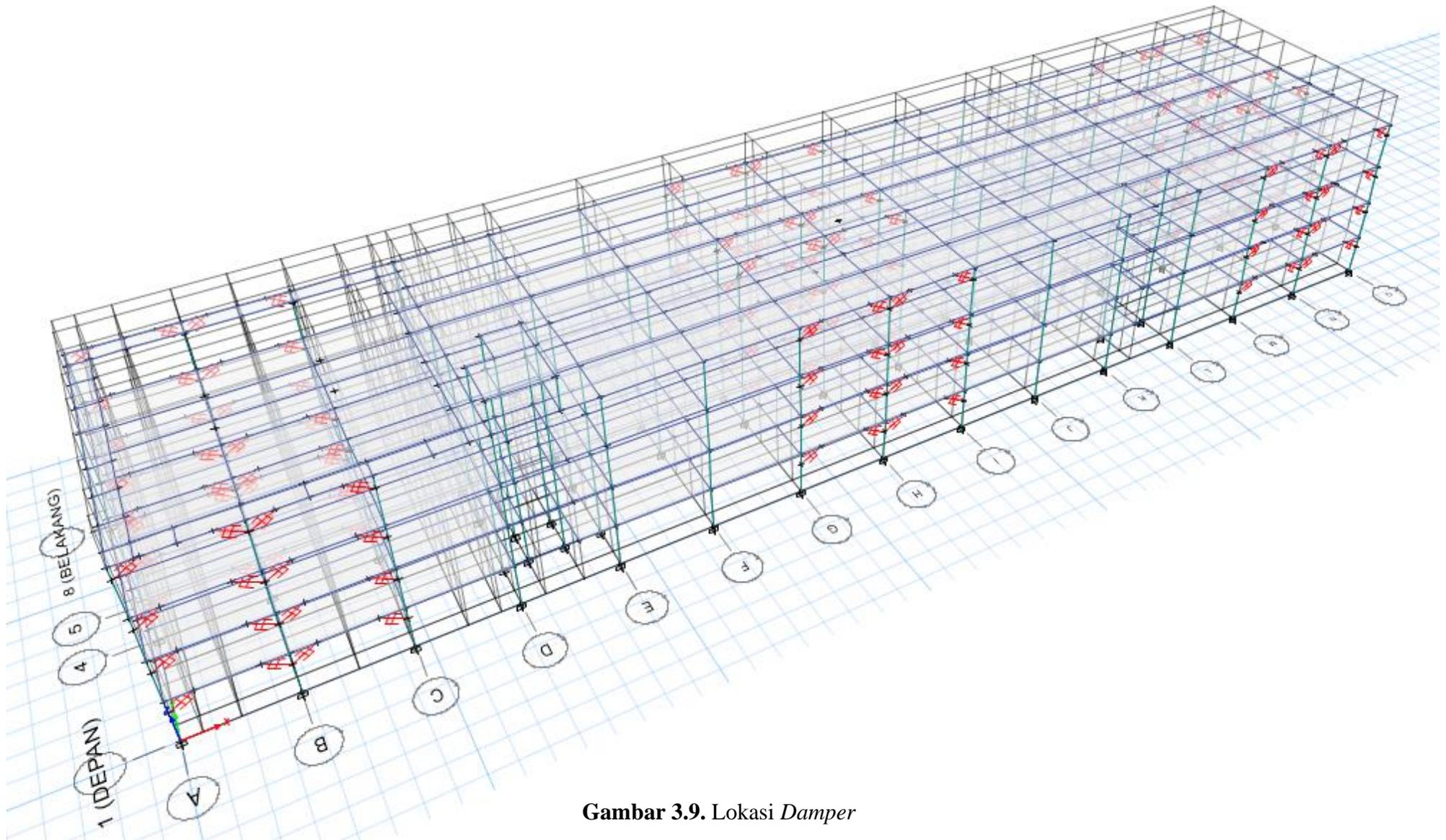
Setelah mengetahui hasil *displacement* yang didapat dari analisis struktur bangunan gedung, pemilihan penempatan *damper* dilakukan untuk mengetahui posisi manakah yang dapat menambahkan kekakuan struktur untuk mengoptimalkan kinerja bangunan yang ada.

*Damper* diletakkan pada portal yang sekiranya mempengaruhi kekuatan dan periode yang terjadi pada gedung dan diletakkan simetris pada gedung untuk menghindari rotasi akan terjadi. Langkah penentuan penempatan *damper*, dilakukan dengan cara *trial and error* dan pada saat dipasang hanya 1 atau 2 *damper* pada portal di masing-masing sisi, hasilnya hanya mengurangi sedikit dari *displacement* sebelum penggunaan *damper*, sehingga ditambahkan 1 portal lagi pada masing-masing sisinya menjadi 2 portal pada setiap sisi. *Damper* dipasang pada portal *grid* A-B, B-C, G-H, H-I, M-N dan N-O pada setiap *grid* 1, 5, 6 dan 8. Penggunaan *damper* tidak ditambahkan lagi karena mempertimbangkan biaya (*cost*) yang dikeluarkan. Berikut merupakan gambar gedung yang sudah diberikan *damper*.



**Gambar 3.8.** Lokasi *Damper*

Penempatan *damper* dalam satu frame dalam arah memanjang bangunan digambarkan seperti gambar 3.8, dan penempatan *damper* pada keseluruhan struktur digambarkan seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Lokasi Damper

### **3.6. Hasil Analisis**

Hasil analisis yang dikerjakan pada aplikasi ETABS akan dikeluarkan dalam bentuk tabel hasil *displacement* yang dihasilkan. Berikutnya akan dibandingkan hasil sebelum dan setelah menggunakan *curved damper*. Berikut adalah contoh tabel hasil dari analisis.

**Tabel 3.1.** Contoh tabel hasil analisis

Story	Column	Node	Perubahan	Persentase	Story	Column	Node	Perubahan	Persentase
			Displacement	%				Displacement	%
			m	%				t	%
			m	%				m	%
Lantai Atap	1	5			Lantai Atap	9	45		
Lantai 4		4			Lantai 4		44		
Lantai 3		3			Lantai 3		43		
Lantai 2		2			Lantai 2		42		
Lantai 1		1			Lantai 1		41		
Story	Column	Node	Perubahan	Persentase	Story	Column	Node	Perubahan	Persentase
			Displacement	%				Displacement	%
			m	%				t	%
			m	%				m	%
Lantai Atap	2	10			Lantai Atap	10	50		
Lantai 4		9			Lantai 4		49		
Lantai 3		8			Lantai 3		48		
Lantai 2		7			Lantai 2		47		
Lantai 1		6			Lantai 1		46		
Story	Column	Node	Perubahan	Persentase	Story	Column	Node	Perubahan	Persentase
			Displacement	%				Displacement	%
			m	%				t	%
			m	%				m	%
Lantai Atap	3	15			Lantai Atap	11	55		
Lantai 4		14			Lantai 4		54		
Lantai 3		13			Lantai 3		53		
Lantai 2		12			Lantai 2		52		
Lantai 1		11			Lantai 1		51		
Story	Column	Node	Perubahan	Persentase	Story	Column	Node	Perubahan	Persentase
			Displacement	%				Displacement	%
			m	%				t	%
			m	%				m	%
Lantai Atap	4	20			Lantai Atap	12	60		
Lantai 4		19			Lantai 4		59		
Lantai 3		18			Lantai 3		58		
Lantai 2		17			Lantai 2		57		
Lantai 1		16			Lantai 1		56		
Story	Column	Node	Perubahan	Persentase	Story	Column	Node	Perubahan	Persentase
			Displacement	%				Displacement	%
			m	%				t	%
			m	%				m	%
Lantai Atap	5	25			Lantai Atap	13	65		
Lantai 4		24			Lantai 4		64		
Lantai 3		23			Lantai 3		63		
Lantai 2		22			Lantai 2		62		
Lantai 1		21			Lantai 1		61		
Story	Column	Node	Perubahan	Persentase	Story	Column	Node	Perubahan	Persentase
			Displacement	%				Displacement	%
			m	%				t	%
			m	%				m	%
Lantai Atap	6	30			Lantai Atap	14	70		
Lantai 4		29			Lantai 4		69		
Lantai 3		28			Lantai 3		68		
Lantai 2		27			Lantai 2		67		
Lantai 1		26			Lantai 1		66		
Story	Column	Node	Perubahan	Persentase	Story	Column	Node	Perubahan	Persentase
			Displacement	%				Displacement	%
			m	%				t	%
			m	%				m	%
Lantai Atap	7	35			Lantai Atap	15	75		
Lantai 4		34			Lantai 4		74		
Lantai 3		33			Lantai 3		73		
Lantai 2		32			Lantai 2		72		
Lantai 1		31			Lantai 1		71		
Story	Column	Node	Perubahan	Persentase	Story	Column	Node	Perubahan	Persentase
			Displacement	%				Displacement	%
			m	%				t	%
			m	%				m	%
Lantai Atap	8	40							
Lantai 4		39							
Lantai 3		38							
Lantai 2		37							
Lantai 1		36							



