

## ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR PEMBANGUNAN GEDUNG SEKOLAH 4 LANTAI DI SEMARANG

Alim Muhroni<sup>1)</sup>, Tenardhy Aryarama Wijaya, Dirga Asmara Putra

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI <sup>1)</sup>

E-mail: alimmuhroni7@gmail.com<sup>1)</sup>

### ABSTRACT

To meet the community's educational needs, existing schools are encouraged to increase their student capacity by building new facilities. As public infrastructure, school buildings need to be designed as reliably as possible, including their earthquake resistance. To ensure that a building is earthquake-resistant, this study analyzes it using the ETABS software. This research was conducted in Semarang City on a four-story school building. The results indicate that the Participating Mass Ratio of the school building is greater than 90%. The comparison of the Response Spectrum with the Equivalent Static method shows 92.80% along the X-axis and 87.85% along the Y-axis. Based on the calculated inter-story drift, if an earthquake occurs with the provided data, the building is expected to withstand the event without collapsing.

**Keywords:** Structural Analysis, Earthquake Resistance, School Building, ETABS

### ABSTRAK

Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan pendidikan, mendorong sekolah-sekolah yang sudah ada untuk mengembangkan daya tampung siswanya dengan cara membangun Gedung baru, sebagai fasilitas umum bangunan sekolah perlu didesain seandal mungkin termasuk ketahanannya terhadap gempa. Untuk memastikan bahwa suatu bangunan andal terhadap gempa adalah dengan menganalisis menggunakan bantuan perangkat lunak ETABS, penelitian ini dilakukan di Kota Semarang pada Bangunan Sekolah 4 Lantai. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa Besarnya *Participating Mass Ratio* pada bangunan sekolah tersebut lebih besar dari 90%, Nilai perbandingan Respon Spektrum dengan Statik Ekuivalen pada sumbu X sebesar 92,80% dan pada sumbu Y sebesar 87,85%. Berdasarkan perhitungan simpangan antar lantainya, apabila terjadi gempa dengan data yang sudah dimasukkan, maka bangunan tersebut tidak mengalami keruntuhan.

**Kata Kunci :** Analisis Struktur, Tahan Gempa, Bangunan Sekolah, ETABS

### PENDAHULUAN

Bangunan Sekolah adalah salah satu fasilitas publik yang penting bagi kebutuhan masyarakat dalam hal pendidikan, seiring bertambahnya tahun kebutuhan masyarakat akan pendidikan semakin tinggi, sehingga mendorong sekolah-sekolah yang sudah ada untuk mengembangkan kapasitas daya

tampung calon siswanya dengan cara menambah infrastruktur gedung baru.

Dalam proses perencanaan struktur gedung sekolah harus memperhatikan berbagai faktor, salah satunya adalah faktor keselamatan. Salah satu langkah yang digunakan untuk memastikan suatu bangunan aman untuk digunakan adalah dengan

melakukan analisis struktur dengan menggunakan bantuan perangkat lunak seperti ETABS yang dikombinasikan dengan peraturan yang berlaku sebagai batasannya. Di Indonesia, penggunaan standar SNI (Standar Nasional Indonesia) dalam perencanaan struktur sangat penting untuk memastikan bahwa bangunan dapat bertahan terhadap beban gravitasi dan lateral, seperti gempa bumi yang diatur pada SNI 03-1726-2020.

Untuk memfokuskan tinjauan, penelitian ini hanya menganalisis struktur atas bangunan sekolah 4 lantai yang menggunakan beton bertulang sebagai struktur utamanya dengan program perangkat lunak ETABS, kondisi tanah berdasarkan dari data sondir dan peraturan yang digunakan adalah SNI 03-2847-2019 tentang Perencanaan Beton untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 03-1726-2020 tentang Perencanaan Struktur Tahan Gempa dan SNI 03-1727-2019 tentang beban minimum untuk perancangan Bangunan Gedung dan Non Gedung.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Infrastruktur merupakan semua jenis struktur yang dibuat oleh manusia dan dibutuhkan untuk kepentingan umum dan pribadi (Suprayitno dan Soemitro, 2018). Pada bidang pendidikan, Gedung Sekolah adalah infrastruktur utama yang berfungsi sebagai sarana para siswa menuntut ilmu, Gedung

sekolah yang kuat dan aman akan memberikan kenyamanan para warga sekolah untuk beraktivitas sehari-hari.

Salah satu parameter keandalan bangunan gedung adalah ketahanan terhadap gempa, Menurut Budiono (2011) filosofi perancangan bangunan tahan gempa dibagi menjadi 3 macam, yaitu,

1. Pada saat terjadi gempa kecil, bangunan tidak boleh terjadi kerusakan baik pada elemen struktural maupun elemen non struktural.
2. Pada saat terjadi gempa medium, bangunan boleh mengalami kerusakan pada elemen non struktural tidak boleh terjadi kerusakan di elemen struktural.
3. Pada saat terjadi gempa besar, bangunan boleh mengalami kerusakan pada elemen struktural dan non struktural tetapi tidak boleh mengakibatkan bangunan tersebut runtuh.

Pehitungan pembebanan pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-1726-2019 dan SNI 03-1727-2019 dengan beban-beban yang menjadi perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Beban Hidup (Live Load), merupakan seluruh beban yang ditimbulkan dari penggunaan gedung, berat in bergantung pada fungsi masing-masing ruangan atau fungsi dari bangunan itu sendiri, seperti contoh beban hidup ruangan =  $250 \text{ kg/m}^2$ , Beban Hidup Ruang Perpustakaan =  $400 \text{ kg/m}^2$ , Beban Hidup Lift =  $1600 \text{ kg/m}^2$ .

2. Beban Mati (Dead Load), merupakan berat dari seluruh bagian gedung yang sifatnya permanen, sebagai contoh, Beban M/E = 50 kg/m<sup>2</sup>, Beban *Finishing* Lantai Keramik = 24 kg/m<sup>2</sup> - Beban Pasangan Dinding ½ Bata = 250 kg/m<sup>2</sup> dan Berat Sendiri Plafond = 7 kg/m.
3. Beban Angin, merupakan beban yang ditimbulkan dari hembusan angin yang meliputi angin tekan dan angin hisap di mana bebannya diarahkan tegak lurus dengan bidang atapnya.
  - Beban angin Hisap 25 kg/ meter persegi
  - Beban angin Tekan 40 kg/ meter persegi
4. Beban Gempa (Earthquake Load), merupakan seluruh beban statistik ekuivalen yang berkaitan dengan gedung ataupun bangunan yang mengikuti pengaruh dari pergeseran tanah karena adanya gempa. Terkait dengan hal tersebut pengaruh gempa terhadap struktur bangunan dipengaruhi oleh respon spektrum dari hasil PUSKIM gempa daerah Kota Semarang. Untuk gempa rangka beton menggunakan IBC 2012 / SNI 2019.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bangunan Sekolah sebagai tempat pelayanan Publik di Kota Semarang, Jawa Tengah. Waktu penelitian pada bulan September 2024. Metode yang digunakan adalah metode

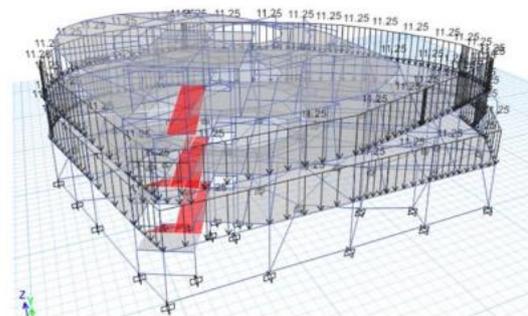
Analisis Numerik dengan menggunakan *software* ETABS yang mengacu pada dua jenis data yang dipakai, yaitu data primer yang didapatkan dari Gambar kerja (Shop drawing), dan kedua menggunakan data sekunder yaitu literasi tentang struktur gedung misalnya SNI 03-2847-2019 dan SNI 03-1726-2019 tentang perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Struktur Eksisting

#### Analisa Struktur

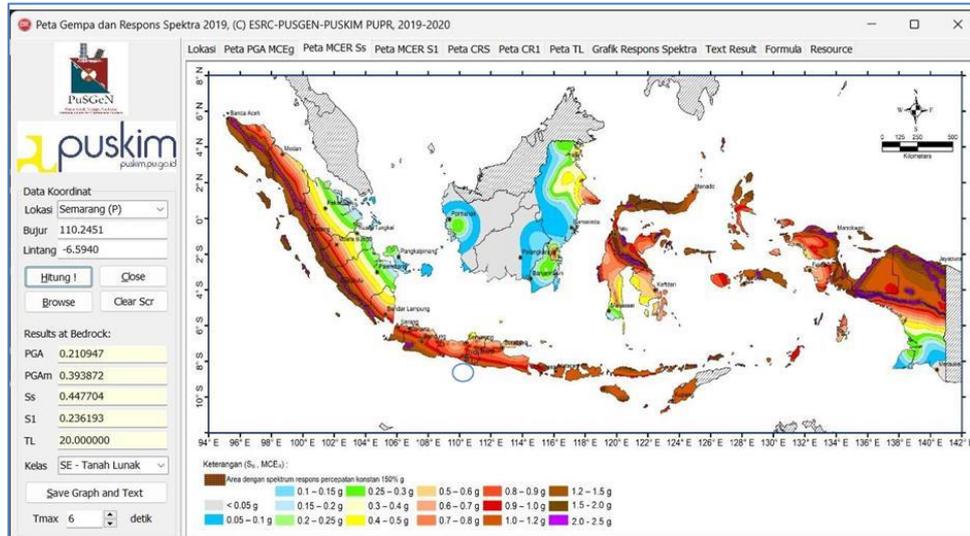
Proses analisa struktur dimulai dengan memodelkan bangunan sekolah tersebut sesuai dengan data yang yang didapatkan seperti pada Gambar 1 berikut,



Gambar 1. Pemodelan Struktur

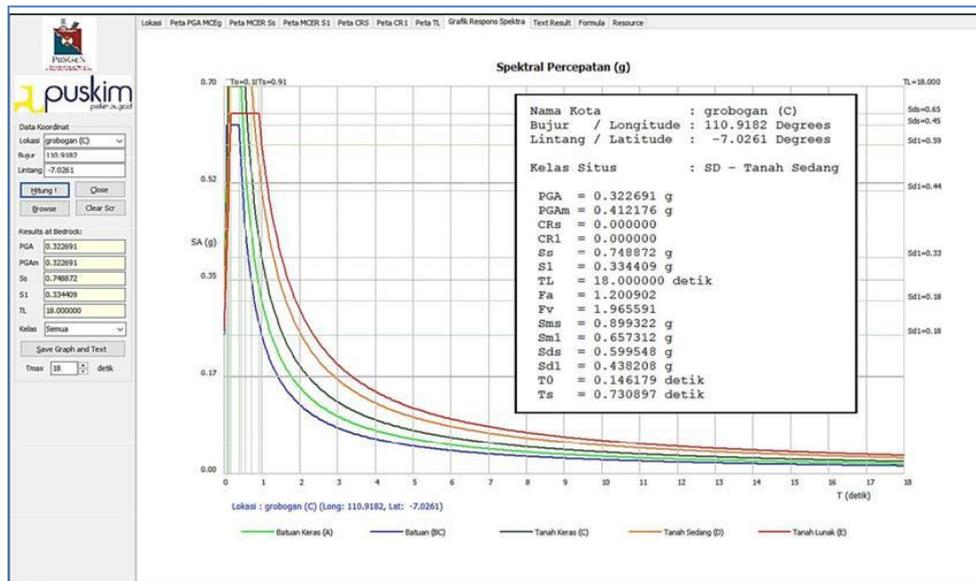
### Beban Gempa

Dalam penentuan gaya gempa menggunakan peraturan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non-Gedung, SNI-1726-2019 dengan peta gempa respon spektrum pada Gambar 2, sehingga didapatkan respon spektrum pada Kota Semarang pada Gambar 3.



Sumber : puskim.pu.go.id

Gambar 2. Peta Zona Gempa Indonesia



Sumber : puskim.pu.go.id

Gambar 3. Respon Spektrum Kota Semarang

Dari Gambar 3 diatas didapatkan data sebagai berikut :

- Lokasi : Kota Semarang
- Percepatan  $S_s$  : 0,7443
- Percepatan  $S_1$  : 0,3325
- Transisi Periode : 20
- Redaman : 0,05
- Jenis Tanah : Tanah Lunak (E)

**Kombinasi Pembebanan**

Untuk menahan gaya kombinasi dari beban gempa yang bekerja suatu bangunan membutuhkan Kuat Perlu, yaitu kekuatan minimal struktur untuk menahan seluruh beban yang bekerja pada suatu struktur sehingga aman untuk digunakan, besarnya Kuat Perlu dapat di hitung dengan

menggunakan Persamaan 1 sampai dengan Persamaan 14 berikut,

$$U = 1,4DL \quad (1)$$

$$U = 1,2DL + 1,6LL \quad (2)$$

$$U = 1,2DL + 1,0LL + 1,0Fx + 0,3Fy \quad (3)$$

$$U = 1,2DL + 1,0LL + 1,0Fx - 0,3Fy \quad (4)$$

$$U = 1,2DL + 1,0LL - 1,0 Fx + 0,3Fy \quad (5)$$

$$U = 1,2DL + 1,0LL - 1,0Fx - 0,3Fy \quad (6)$$

$$U = 0,9DL + 1,0Fx + 0,3Fy \quad (7)$$

$$U = 0,9DL + 1,0Fx - 0,3 Fy \quad (8)$$

$$U = 0,9DL - 1,0Fx + 0,3 Fy \quad (9)$$

$$U = 0,9DL - 1,0Fx - 0,3 Fy \quad (10)$$

$$U = 1,2DL + 1,0LL + 0,3Fx + 1,0Fy \quad (11)$$

$$U = 1,2DL + 1,0LL + 0,3Fx - 1,0Fy \quad (12)$$

$$U = 1,2DL + 1,0LL - 0,3Fx + 1,0Fy \quad (13)$$

$$U = 1,2DL + 1,0LL - 0,3Fx - 1,0Fy \quad (14)$$

Dengan,

U : Kuat Perlu

DL : Beban Mati

LL : Beban Hidup

Fx : Beban Gempa Arah X

Fy : Beban Gempa Arah Y

### *Participating Mass Ratio*

Dari hasil analisis (Tabel 1) didapatkan bahwa nilai rasio berat partisipasi pada gedung sekolah ini sebesar 100%, bila merujuk pada peraturan SNI 03-1726-2019 Pasal 7.9 nilai tersebut sudah melebihi nilai yang disyaratkan yaitu lebih besar dari 90%.

Tabel 1. Data *Participating Mass Ratio*

Case	Mode	Period sec	ux	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,639	0,4037	0,169	0,4037	0,169	0,1384	0,1384
Modal	2	0,524	0,17	0,153	0,5737	0,322	0,00004526	0,1385
Modal	3	0,515	0,061	0,3307	0,6347	0,6527	0,0093	0,1478
Modal	4	0,455	0,0815	0,0235	0,7162	0,6762	0,5207	0,6685
Modal	5	0,312	0,0001	0,001	0,7163	0,6772	0,0005	0,6689
Modal	6	0,286	9.781E-07	0,1072	0,7163	0,7844	0,076	0,7449
Modal	7	0,273	0,003	0,0003	0,7193	0,7847	0,0079	0,7528
Modal	8	0,264	0,0205	0,00003162	0,7397	0,7847	0,0026	0,7554
Modal	9	0,241	0,1484	0,000001223	0,8882	0,7847	0,0267	0,7821
Modal	10	0,224	0,000001257	0,0519	0,8882	0,8366	0,0163	0,7984
Modal	11	0,218	0,0038	0,063	0,892	0,8996	0,0669	0,8653
Modal	12	0,19	0,0009	0,0058	0,8929	0,9054	0,0045	0,8699
Modal	13	0,173	0,0013	0,00001189	0,8941	0,9054	0,0011	0,871
Modal	14	0,157	0,0185	0,0114	0,9126	0,9168	0,0222	0,8932
Modal	15	0,152	0,0027	0,0159	0,9152	0,9327	0,0055	0,8987

Modal	16	0,142	0,0052	0,0288	0,9204	0,9615	0,0647	0,9634
Modal	17	0,133	0,0005	0,00003693	0,9209	0,9616	0,0003	0,9637
Modal	18	0,114	0,077	0,0014	0,998	0,963	0,0014	0,9651
Modal	19	0,096	0,0018	0,0368	0,9998	0,9998	0,0348	0,9999
Modal	20	0,081	0,000002074	0,000001624	0,9998	0,9998	0,000001604	0,9999
Modal	21	0,067	0	0	0,9998	0,9998	0	0,9999
Modal	22	0,048	0	0	0,9998	0,9998	0	0,9999
Modal	23	0,038	0	0	0,9998	0,9998	0	0,9999
Modal	24	0,032	0	0	0,9998	0,9998	0	0,9999

**Periode Getar**

Dari hasil Analisis Periode getar (Tabel 3), didapatkan bahwa terdapat nilai lebih besar dari 15% dan terdapat nilai lebih kecil dari 15%, sehingga apabila merujuk pada SNI 03-

1726-2019 pasal 7.9.3 maka untuk nilai yang diatas 15% menggunakan sistem getar alami SRSS, dan untuk nilai dibawah 15% menggunakan sistem getar alami CQC.

Tabel 3. Tabel Periode Getar

Output Case	Step Type	Step Num	Period	%	Frequency	Circ Freq	EigenValue
Modal	Mode	1	0,7389	24,63%	0,42372	2,6623	0,00007
Modal	Mode	2	0,7389	24,63%	0,42372	2,6623	0,00007
Modal	Mode	3	0,6555	21,85%	0,6788	4,265	0,00018
Modal	Mode	4	0,6555	21,85%	0,6788	4,265	0,00018
Modal	Mode	5	0,40922	13,64%	0,91746	5,7645	0,00033
Modal	Mode	6	0,40922	13,64%	0,91746	5,7645	0,00033
Modal	Mode	7	0,30276	10,09%	0		0
Modal	Mode	8	0,30276	10,09%	0		0

**Perbandingan Respon Spektrum Dengan Statik Ekuivalen**

Pada SNI 03-1726-2019 pasal 7.9.4.1. dalam perencanaan pembebanan gaya gempa maka beban yang disyaratkan untuk respon spektrum harus memenuhi minimal 85% dari beban statik atau  $V_{dinamik} \geq 85\% V_{statik}$ . Dari hasil analisis pada Tabel 4 didapatkan hasil perhitungan perbandingan Respon

Spektrum dengan Statik Ekuivalen pada sumbu X sebesar 92,80% dan pada sumbu Y sebesar 87,85%.

**Simpangan Antar Lantai**

Berdasarkan hasil pada Tabel 5, didapatkan bahwa simpangan pada lantai 0 arah sumbu X dan Y sebesar 0mm, pada Lantai 1 arah sumbu X dan Y berturut-turut sebesar

4,97mm dan 4,95mm. Pada Lantai 2 Arah sumbu X sebesar 15,5mm dan arah Y sebesar 12,7 mm. Pada Lantai 3 arah X sebesar 28,193mm dan arah Y sebesar 20,913mm serta pada Lantai 4 sumbu X dan Y berturut-turut sebesar 18,165mm dan 19,99mm.

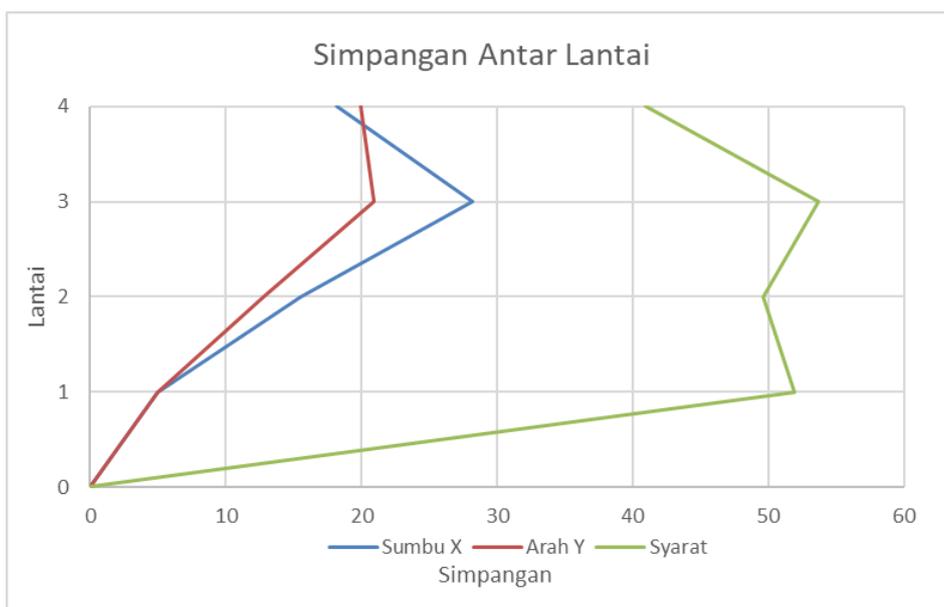
Sedangkan pesyaratan untuk simpangan antar lantai pada lantai 0 sampai dengan 4 berturut-turut sebesar 0mm, 51,913mm, 49,615mm, 53,653mm dan 40,9615mm. Sebagai hasil perbandingan dibuat grafik pada Gambar 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Respon Spektrum dan Statik Ekuivalen

Output Case	Case Type	Step Num	Global FX	Global FY
			kgf	kgf
EX Statis	LinStatic		2297,74	1815,33
EY Statis	LinStatic		2110,77	2188,22
EY RS	LinRespSpec		2132,47	22,3347
EX RS	LinRespSpec		1023,47	19,2247

Tabel 5. Simpangan Antar Lantai

Lantai	Elevasi	h	$\delta_x$	$\delta_y$	Syarat	Check
4	17	3,55	18,165	19,99	40,9615	OK
3	13,45	4,65	28,193	20,913	53,653	OK
2	8,8	4,3	15,539	12,794	49,6154	OK
1	4,5	4,5	4,977	4,952	51,9231	OK
0	0	0	0	0	0	



Gambar 4. Grafik Simpangan Antar Lantai

## Kesimpulan

Dari uraian pembahasan diatas maka penelitian ini dapat disimpulkan bahwa,

1. Besarnya *Participating Mass Raatio* pada bangunan sekolah tersebut lebih besar dari 90%,
2. Nilai perbandingan Respon Spektrum dengan Statik Ekuivalen pada sumbu X sebesar 92,80% dan pada sumbu Y sebesar 87,85%.
3. Berdasarkan perhitungan simpangan antar lantainya, apabila terjadi gempa dengan data yang sudah dimasukkan, maka bangunan tersebut tidak mengalami keruntuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Asroni, Ali. (2010). Balok dan Plat Beton Bertulang. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [2]. Budiono Bambang dan Supriatna. 2011. Studi Komparas Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201x. Bandung : Penerbit ITB. 151 hal.
- [3]. SNI 03-1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung
- [4]. SNI 03-1727-2019. Pembebanan Pada Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- [5]. [http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)