



Analisis Elemen Vertikal Pada Bangunan Sekolah Khusus Olahraga Cibubur Menggunakan Metode *Response Spectrume*

Aina Riva Amini¹, Lydia Darmiyanti², Achmad Pahrul Rodji³

¹Teknik Sipil, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia, Email: ainariva3@gmail.com

²Teknik Sipil, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia, Email: lydiadarmiyanti@unkris.ac.id

³Teknik Sipil, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia, Email: achmadpahrulrodji@unkris.ac.id

STATUS ARTIKEL

Dikirim 19 September 2025

Direvisi 24 Oktober 2025

Diterima 21 November 2025

Kata Kunci:

Elemen Vertikal, Gempa Bumi, Respon Spektrum.

ABSTRAK

Gempa bumi disebabkan oleh pergerakan lempeng tektonik yang aktif, merupakan risiko nyata bagi infrastruktur di Indonesia, terutama daerah perkotaan dengan yang berkembang pesat dengan konstruksi bangunan tinggi. Walaupun kawasan Cibubur memiliki risiko gempa yang rendah berdasarkan SNI 1726:2019, analisis dampak gempa dalam desain konstruksi tetap penting. Analisis struktur yang mendalam dibutuhkan untuk memastikan bangunan dapat menahan berbagai jenis beban, termasuk beban dinamis akibat gempa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komponen vertikal pada Gedung Sekolah Khusus Olahraga Cibubur dengan metode Analisis Respon Spektrum. Tujuan khususnya adalah mengukur nilai gaya geser dan perpindahan pada kolom akibat gempa, serta perbandingan tulangan kolom. Data dikumpulkan melalui kajian pustaka dan pengumpulan data teknis seperti gambar kerja (*shop drawing*). Analisis yang dilakukan dengan software ETABS V.18.1.1 menunjukkan bahwa gaya geser tertinggi pada kolom lantai 2 mencapai 1615,402 kN (arah X) dan 1482,65 kN (arah Y). *Displacement* terkini yang disebabkan oleh gempa adalah 309,071 mm (arah X) dan 285,402 mm (arah Y). Rasio tulangan kolom K1 yang mencapai 2,47% berada dalam batasan yang diperbolehkan oleh SNI 2847-2019. Studi ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang respons struktur terhadap beban gempa, membantu dalam penentuan kelayakan dan keselamatan bangunan, serta mempersiapkan kebutuhan kekuatan.

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi yang dihasilkan oleh pergeseran lempeng tektonik adalah ancaman alam yang nyata di daerah dengan aktivitas lempeng tinggi, seperti Jakarta. Walaupun Cibubur dinilai memiliki potensi gempa yang rendah menurut SNI 1726:2019, efek gempa tetap perlu diperhatikan dalam perencanaan dan pembangunan. Banyak kasus runtuhnya bangunan bukan hanya disebabkan oleh gempa itu sendiri, tetapi juga karena minimnya pemahaman mengenai prinsip desain dan kualitas konstruksi yang mampu menahan gempa. Lulusan sipil dihadapkan pada tantangan untuk menciptakan struktur yang tidak hanya kokoh, tetapi juga dapat menahan beban berat akibat bencana tersebut. Hal ini memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai geoteknik, dinamika struktur, dan penerapan desain seismik yang sesuai. Analisis struktur adalah elemen krusial dalam perencanaan dan konstruksi agar bangunan mampu menahan berbagai jenis beban, termasuk beban mati (berat sendiri), beban hidup (aktivitas manusia), serta beban dinamis seperti gempa dan angin.

2. METODE

Metode yang diterapkan adalah studi kasus dengan menggunakan analisis dinamik response spectrum. Analisis ini menyoroti elemen vertikal terkait beban gempa sesuai dengan SNI 1726:2019. Tujuannya adalah untuk memahami kinerja struktur terhadap gempa yang direncanakan dan untuk mengidentifikasi gaya aksial yang muncul pada struktur bangunan itu.



Gambar 2.1 Lokasi Penelitian
Sumber : Google Maps

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur ini merujuk pada gambar kerja yang diperoleh peneliti dari sumber dengan memodelkan material yang digunakan serta elemen vertikal dan horizontal dalam bangunan yang telah diuraikan di bab sebelumnya. Setelah data seperti material yang digunakan, pembebanan, dan lainnya dimasukkan ke dalam software ETABS, langkah berikutnya adalah menjalankan pemodelan. Dalam pemodelan struktur dengan menggunakan perangkat lunak ETABS V.18.1.1, sejumlah asumsi penting perlu diperhatikan agar hasil analisis dan desain sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya. Berikut adalah anggapan yang sering diterapkan:

1. Pemodelan struktur dilakukan secara *frame* dan *shell element* yang meliputi kolom dan balok (*frame*) serta pelat lantai (*shell*) yang mengacu pada *shopdrawing*.
2. Pelat lantai dianggap sebagai elemen *shell* yang bersifat mampu menahan beban aksial maupun beban lentur.
3. Pada pemodelan struktur ETABS V.18.1.1 pondasi dianggap jepit dikarenakan Bangunan Sekolah Khusus Olahraga menggunakan pondasi *bored pile*. Pemodelan dan perhitungan struktur di rancang tanpa menggunakan tangga ataupun lift.

3.2 Pembebanan Struktur

Dalam merancang sebuah gedung atau bangunan, salah satu yang perlu kita perhitungkan adalah beban yang berpengaruh pada struktur gedung itu. Dengan memahami seberapa besar beban yang berfungsi pada suatu struktur, kita akan bisa merancang daya tahan sebuah bangunan sesuai dengan spesifikasi kekuatan yang akan kita buat berdasarkan kebutuhan yang ada. Kombinasi pembebanan yang ditetapkan pada analisis struktur adalah sebagai berikut:

- a. $1,4D$
- b. $1,2 D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
- c. $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$

- d. $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
- e. $0,9 D + 1,0 W$
- f. $1,2 D + E_v + E_h + L$
- g. $0,9 D - E_v + E_h$

Beban hidup yang diperhitungkan adalah beban hidup selama masa layan. Beban hidup yang direncanakan berdasarkan SNI 1727-2020 adalah sebagai berikut :

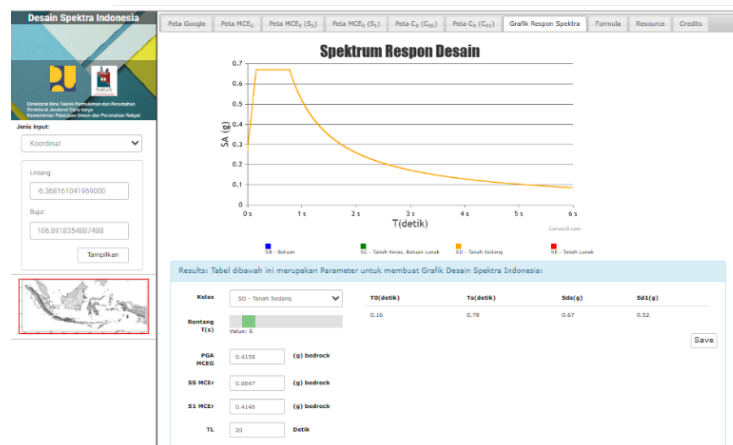
a. Lobby	= 4,79 kN/m ²
b. Koridor Lantai Pertama	= 3,83 kN/m ²
c. Koridor Diatas Lantai Pertama	= 4,79 kN/m ²
d. Teras	= 4,79 kN/m ²
e. Dak	= 4,79 kN/m ²
f. Ruang Kelas	= 1,92 kN/m ²
g. Kantor	= 2,4 kN/m ²
h. Ruang Diskusi	= 4,79 kN/m ²
i. Gymnastic	= 4,79 kN/m ²
j. Gudang	= 6 kN/m ²
k. Ruang CCTV	= 4,79 kN/m ²
l. Ruang P3K	= 1,92 kN/m ²
m. Toilet	= 2,87 kN/m ²
n. Ruang Loker	= 1,92 kN/m ²

Beban mati terdiri dari beban mati yang bersifat struktural (*Dead Load*) dan beban mati yang bersifat arsitektural (*Superimpose Deadload*) adalah sebagai berikut :

a. Beton Bertulang	= 2400 kg/m ³
b. Baja	= 7850 kg/m ³
c. <i>Super Dead Load</i>	= 1,63 kN/m ²

3.3 Analisis Gempa

Perhitungan spektrum respons merupakan teknik analisis gempa guna mengidentifikasi respon maksimum bangunan akibat beban dinamis. Menentukan parameter percepatan gempa yang digunakan dapat dilakukan melalui situs <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/> dapat dilihat pada **Gambar 3.1** dibawah ini.



Gambar 3. 1 Nilai Spektral Desain
Sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/>

Dari hasil perhitungan didapat :

- a. Parameter S_s dan S_1

Berdasarkan hasil laporan peta zonasi gempa, diperoleh nilai :

$$S_s = 0,8847 \text{ g}$$

$$S_1 = 0.4148 \text{ g}$$

- b. Kelas Situs

Di lokasi pembangunan, variasi kondisi tanah menentukan kriteria-kriteria dalam perancangan seismik. Klasifikasi tempat ini dapat dilihat berdasarkan informasi penyelidikan tanah. Berdasarkan informasi tersebut, Bangunan Sekolah Khusus Olahraga menunjukkan bahwa kategori tanahnya adalah SD atau tanah sedang

- c. Koefisien Situs

Menetapkan koefisien situs lokasi karena dalam proses penentuan parameter percepatan spektral di permukaan tanah, dibutuhkan suatu faktor amplifikasi. Faktor amplifikasi tersebut didefinisikan dengan koefisien situs F_a dan F_v . Berdasarkan SNI 1726 – 2019 dengan $S_s = 0,8847 \text{ g}$ dan $S_1 = 0.4148 \text{ g}$ untuk kelas situs SD maka didapatkan koefisien situs :

$$F_a = 1,14612$$

$$F_v = 1,8852$$

3.4 Gaya Geser Akibat Gempa Arah X dan Y

Berdasarkan hasil *output* ETABS V.18.1.1 menunjukkan bahwa nilai gaya geser maksimum berada di lantai 2. Nilai maksimum pada sumbu lokal V2 mencapai 1615,402 kN dan sumbu lokal V3 mencapai 231,152 kN. Nilai maksimum untuk arah Y sumbu V2 sebesar 294,299 kN dan sumbu V3 sebesar 1482,65 kN dapat dilihat pada **Tabel 3.1 Coulum Forces**.

Tabel 3. 1 Coulum Forces

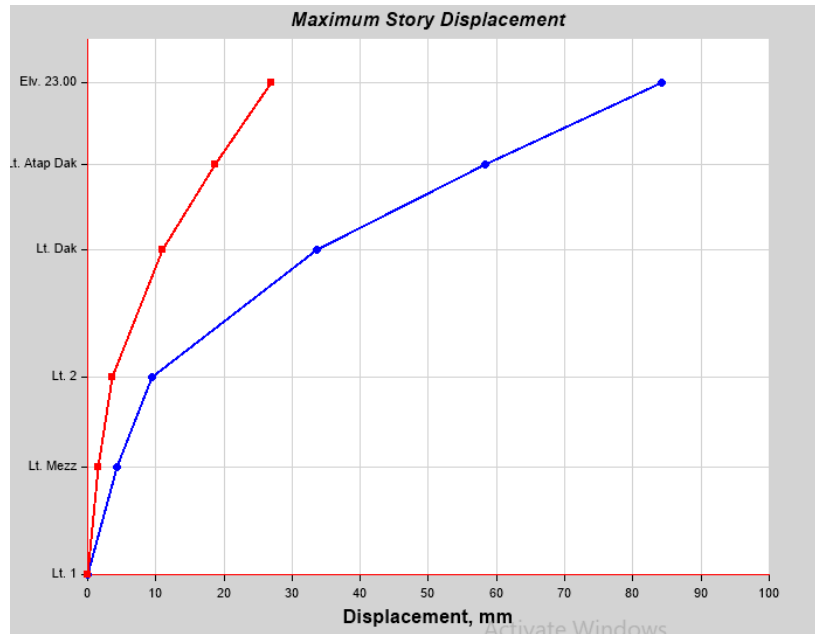
Sumbu Arah	V2 (kN)	V3 (kN)
X	1615.402 3	294.2992
Y	231.1524	1482.650

		7
--	--	---

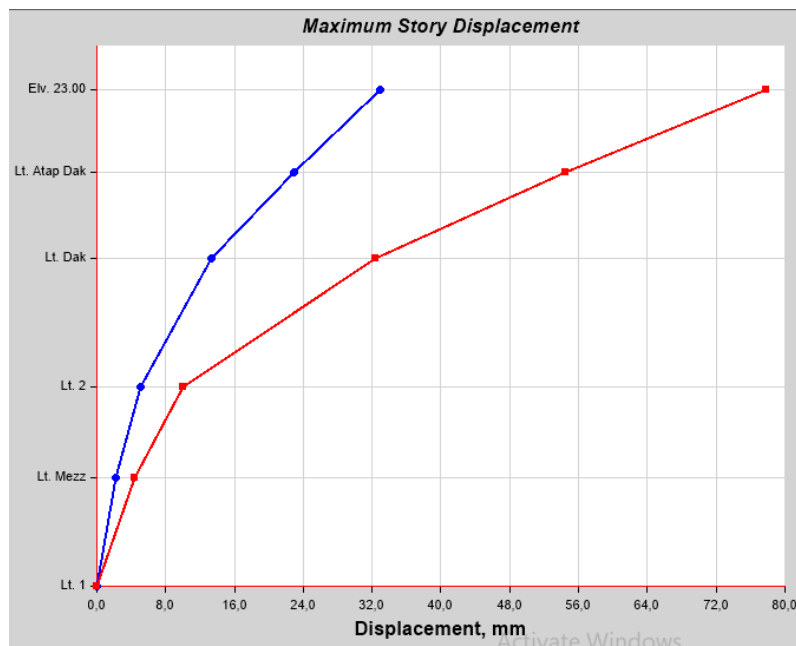
Sumber : ETABS V.18.1.1

3.5 Displacement

Setelah analisis gempa dinamik dilakukan diperoleh nilai *displacement* dari *software* ETABS V.18.1.1 ditunjukkan pada grafik perpindahan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 2 Grafik *Displacement* Akibat Beban Arah X
Sumber : ETABS V.18.1.1



Gambar 3. 3 Grafik *Displacement* Akibat Beban Arah Y

Sumber : ETABS V.18.1.1

Setelah analisis menggunakan *software* ETABS yang mengacu pada SNI maka diperoleh hasil yang dimuat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 3. 2 Hasil *Displacement* Akibat Beban Arah X

<i>Story</i>	Elevasi (m)	<i>Location</i>	X-Dir (mm)	Y-Dir (mm)
Elv. 23.00	23	Top	84,292	26,952
Lt. Atap Dak	19,15	Top	58,301	18,761
Lt. Dak	15,2	Top	33,635	10,992
Lt. 2	9,2	Top	9,412	3,563
Lt. Mezz	5	Top	4,246	1,623
Lt. 1	0	Top	0	0

Sumber :
V.18.1.1

ETABS

Tabel 3. 3 Hasil *Displacement* Akibat Beban Arah Y

<i>Story</i>	Elevasi (m)	<i>Location</i>	X-Dir (mm)	Y-Dir (mm)
Elv. 23.00	23	Top	32,926	77,837
Lt. Atap Dak	19,15	Top	22,859	54,528
Lt. Dak	15,2	Top	13,268	32,332
Lt. 2	9,2	Top	5,014	10,068
Lt. Mezz	5	Top	2,225	4,379
Lt. 1	0	Top	0	0

Sumber :
V.18.1.1

ETABS

Perhitungan yang dilakukan adalah pergeseran lantai tertinggi gedung terhadap kedua arah sumbu global sebagai berikut:

1. *Displacement* arah X

$$\delta_x = \frac{C_d \times \delta_{max}}{I_e}$$

$$\delta_x = \frac{5,5 \times 84,292}{1,5}$$

$$\delta_x = 309,071 \text{ mm}$$

2. *Displacement* arah Y

$$\delta_y = \frac{C_d \times \delta_{max}}{I_e}$$
$$\delta_y = \frac{5,5 \times 77,837}{1,5}$$

$$\delta_y = 285,402 \text{ mm}$$

3.6 Menghitung Rasio Tulangan Kolom

Batasan tulangan ditetapkan untuk rasio tulangan longitudinal yang minimum dan maksimum. SNI 2847-2019 menetapkan rasio tulangan longitudinal kolom minimum 1% (0,01) dan maksimum 6% (0,06). Langkah-langkah yang diambil untuk menghitung rasio tulangan secara manual adalah sebagai berikut:

Langkah pertama adalah menghitung luas penampang kolom K1.

$$A_g = 1300 \times 1300 = 1.690.000 \text{ mm}^2$$

Dalam proyek ini diterapkan tulangan ulir berdiameter 32 mm. Pada kolom K1, digunakan 52 batang tulangan. Penghitungan tulangan ulir adalah sebagai berikut:

$$\text{Luas tulangan satuan} = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (32)^2 = 803,84 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = 52 \times 803,84 \text{ mm}^2 = 41.799,68 \text{ mm}^2$$

Dengan demikian, rasio tulangan pada kolom K1 dapat dihitung seperti yang tertera di bawah ini.

$$\rho = \frac{41.799,68}{1690000} \times 100 = 2,47\% < 6\% \text{ (OK)}$$

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan kegiatan analisis dan mengumpulkan hasilnya, pada bab ini mencapai beberapa kesimpulan, yang diuraikan sebagai berikut:

1. Berdasarkan tabel hasil *output software* ETABS V.18.1.1 diperoleh nilai gaya geser pada kolom arah X dan Y disetiap lantainya. Nilai terbesar arah X sumbu lokal V₂ sebesar 1615,402 kN dan sumbu lokal V₃ sebesar 231,152 kN. Nilai terbesar arah Y sumbu V₂ sebesar 294,299 kN dan sumbu V₃ sebesar 1482,65 kN.
2. Berdasarkan tabel hasil *output software* ETABS V.18.1.1 didapatkan tabel dan grafik *displacement* akibat beban gempa arah X dan Y, yang memungkinkan untuk menghitung perpindahan aktual. *Displacement* akibat beban gempa arah X didapatkan nilai sebesar 309,071 mm dan *displacement* akibat beban gempa arah Y didapatkan nilai sebesar 285,402 mm.
3. Berdasarkan hasil *output software* ETABS V.18.1.1 dan perhitungan manual rasio tulangan pada kolom K1 didapatkan sebesar 2,47%. SNI 2847-2019 membatasi rasio tulangan longitudinal kolom tidak kurang dari 1% (0,01) dan tidak lebih dari 6% (0,06). Dengan demikian, nilai 2,47% berada dalam rentang yang diizinkan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sangat besar kepada dosen pembimbing penelitian yang telah mendukung dan membantu penelitian ini dari awal sampai selesai. Terima kasih juga diucapkan kepada kedua orangtua yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tiada habisnya untuk peneliti menyelesaikan penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I. (1994). *Struktur Beton Bertulang*.
- Hasudungan, D., Sihombing, M. S., & Rodji, P. A. (2024). ANALISIS ELEMEN VERTIKAL DAN HORIZONTAL TERHADAP STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG HOTEL SOLL MARINA TANGERANG. *Jurnal Ilmiah Sain Dan Teknologi*.
- Limbongan, S., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2016). ANALISIS STRUKTUR BETON BERTULANG KOLOM PIPIH PADA GEDUNG BERTINGKAT. *Jurnal Sipil Statik*, 4(8), 499–508.
- Pawirodikromo, W. (2012). *SEISMOLOGI TEKNIK & REKAYASA KEGEMPAAN*.
- Prima, Y. (2021). PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN ATAS (UPPER STRUCTURE) GEDUNG STIE BANK BPD JATENG KOTA SEMARANG. *Jurnal Teknokris*, 24(1).
- Purnomo, E., Purwanto, E., & Supriyadi, A. (2014). ANALISIS KINERJA STRUKTUR PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN ANALISIS DINAMIK RESPON SPEKTRUM MENGGUNAKAN SOFTWARE ETABS (STUDI KASUS : BANGUNAN HOTEL DI SEMARANG). *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 569.
- Siregar, R. S., Djauhari, Z., & Ridwan. (2021). Pengaruh Klasifikasi Kelas Situs Menurut SNI 1726-2019 Terhadap Keruntuhan Progresif pada Struktur Gedung Tidak Beraturan. *Sainstek (e-Journal)*, 9(2), 123–131. <https://doi.org/10.35583/js.v9i2.153>
- Siswanto, A. B. (2018). *REKAYASA GEMPA*. <https://www.researchgate.net/publication/324604027>
- SNI 1726-2019, “Perencanaan Tahan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI 2847-2019, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Wicaksono, T. (2023). *ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN PADA GEDUNG 9 LANTAI THAMRINE NINE JAKARTA PUSAT*. Universitas Krisnadwipayana.
- Windah, R. S. (2011). PENGGUNAAN DINDING GESER SEBAGAI ELEMEN PENAHAN GEMPA PADA BANGUNAN BERTINGKAT 10 LANTAI. *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING*, 1(2), 151–155.