

## Analisis Perbandingan Kinerja Struktur Tahan Gempa Pada Wilayah Berbeda Dengan Metode Respon Spektrum (Studi Kasus : Apartemen 19 Lantai)

Yonas Prima Arga Rumbyarso<sup>1\*</sup>, Gali Pribadi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia

<sup>1\*</sup>yonasprima@unkris.ac.id, <sup>2</sup>galipribadi@unkris.ac.id

Artikel dimasukkan: 3-3-2024, Artikel direvisi: 7-3-2024, Artikel diterbitkan: 31-3-2024

### Abstrak

Indonesia merupakan daerah rawan gempa, gempa bumi yang terjadi di Indonesia banyak yang menimbulkan kerusakan struktur bangunan gedung di Indonesia. Aturan perencanaan untuk mendirikan bangunan adalah bangunan tersebut harus mampu menahan beban gempa yang ada. Karena pada dasarnya prinsip bangunan tahan gempa adalah boleh terjadi kerusakan pada bangunan tersebut, tetapi tidak pada elemen struktur. Penelitian ini mengambil studi kasus Gedung Apartemen 19 Lantai. Gedung ini memiliki ketinggian 62,7 meter dengan jumlah tingkat yaitu 19 lantai. Menurut peraturan SNI 1726:2019 fungsi Gedung ini ditunjukkan sebagai fasilitas tempat tinggal dengan kategori resiko II. Hasil analisis berupa kinerja struktur bangunan, perbandingan antara data tanah Jayapura dan Jakarta, simpangan tingkat dan kontrol tegangan kolom dan bresing .

Kata kunci: Bangunan Tahan Gempa, Struktur Bangunan, Perencanaan

### Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang dikelilingi oleh pertemuan tiga lempeng utama dunia, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Konvergensi ketiga lempeng tersebut membuat kondisi geologi Indonesia menjadi kompleks pada tingkat kegempaan atau seismik yang tinggi [1]. Selain karena wilayah Indonesia kaya akan sumber daya alam, salah satu akibat logis dari kondisi ini adalah membuat wilayah Indonesia rentan terhadap bencana alam. Indonesia terletak di Cincin Gunung Api Asia-Pasifik. Secara geologis, daerah tersebut memiliki banyak struktur geologi berupa rekahan dan patahan. Bahaya geologi adalah bahaya gempa bumi.

Gempa bumi merupakan peristiwa geologis yang biasanya disebabkan oleh aktivitas tektonik, dimana peristiwa tersebut terjadi ketika batuan tersebut bergerak di dalam kerak bumi. Pergerakan batu inilah yang menyebabkan gesekan dan getaran, sehingga gelombang getaran menyebar melalui batu tersebut. Gempa bumi yang kuat dapat menyebabkan runtuhnya bangunan dan korban jiwa, dan gempa bumi terjadi secara tiba-tiba dan tidak dapat diprediksi. Oleh karena itu, bangunan tersebut harus dibangun dengan konsep bangunan tahan gempa.

bergerak di dalam kerak bumi. Pergerakan batu inilah yang menyebabkan gesekan dan getaran, sehingga gelombang getaran menyebar melalui batu tersebut. Gempa bumi yang kuat dapat menyebabkan runtuhnya bangunan dan korban jiwa, dan gempa bumi terjadi secara tiba-tiba dan tidak dapat diprediksi. Oleh karena itu, bangunan tersebut harus dibangun dengan konsep bangunan tahan gempa.

[2], bangunan biasa biasanya memiliki kriteria sebagai berikut, pertama tinggi bangunan tidak melebihi 40 m, kemudian strukturnya berbentuk persegi panjang, dan berat tiap lantai tidak melebihi 150% dari massanya. lantai di atas atau di bawahnya. Dalam hal ini, denah dasar bangunan berbentuk persegi panjang tanpa tonjolan, dan walaupun terdapa tonjolan, panjang tonjolan maksimal 25% dari ukuran terbesar

rencana konstruksi bangunan searah tonjolan dan panjang sisi atap maksimal 15% dari ukuran terbesar rencana konstruksi bangunan. Jika salah satu kriteria tidak terpenuhi, maka bangunan tersebut dianggap bangunan tidak beraturan.

Pendahuluan berisi latar belakang, urgensi, permasalahan, penelitian terdahulu dan literatur yang menguatkan pendahuluan. Pada akhir pendahuluan perlu ditulis tujuan penelitian dengan ringkas dan jelas. Pendahuluan ditulis dengan menggunakan Times New Roman ukuran 12. Artikel ditulis dengan format dua kolom. Format literatur menggunakan APA style (Hermawan & Švajlenka, 2022).

**Metode**

Pada penelitian ini menggunakan metode analisis non linier yang digunakan untuk menghitung beban gempa struktur sebagai berikut :

1. Metode Analisis Statistik

Analisis beban statis dapat diartikan sebagai analisis struktur dimana diasumsikan bahwa efek gempa pada struktur diperlakukan sebagai beban statis horizontal yang diperoleh hanya dengan mempertimbangkan respon dari getaran mode pertama. Analisis statistik terdiri dari analisis statistik *linier* dan non *linier*.

2. Metode Analisis Dinamik

Istilah dinamis dapat didefinisikan sebagai berubah dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, beban dinamis adalah beban yang besar atau letaknya berubah seiring waktu. Analisis dinamik dilakukan dengan mempertimbangkan pengaruh dinamik gerakan tanah terhadap struktur. Analisis Dinamik dibagi menjadi 2, yaitu :

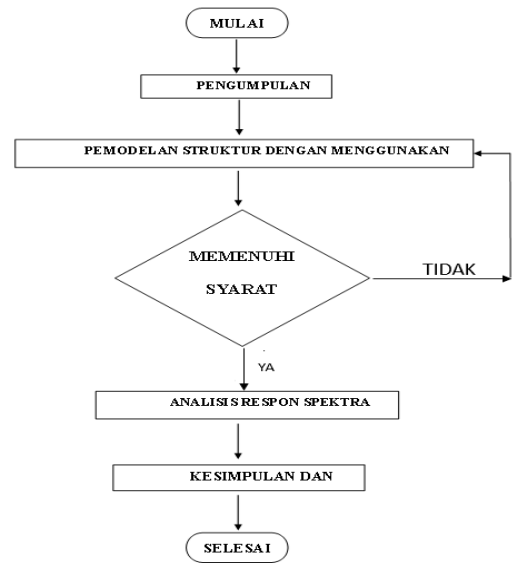
a. Analisis Respon Spektra (Respon Spektrum)

Analisis respon spektral ini merupakan analisis dinamik linier yang menganalisis struktur bangunan dengan menggunakan spektrum gempa yang digambarkan sebagai kurva hubungan antara periode struktur dengan nilai percepatan bangunan.

b. Analisis Riwayat Waktu (*Time History*)

Analisis sejarah adalah analisis dinamik non *linier* di mana catatan gempa diberikan pada model struktur bangunan dan respon struktur dihitung langkah

demi langkah untuk menghasilkan kinerja struktur. Analisis dinamik non *linier* ini sering digunakan untuk bangunan tinggi dengan ketidakteraturan yang cukup besar.



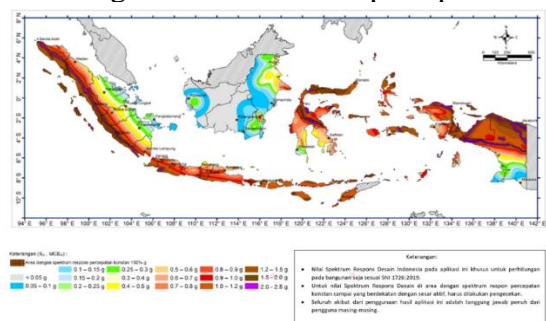
Gambar 1. Flowchart

Gambar diatas merupakan alur dari penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sesuai dengan gambar di atas.

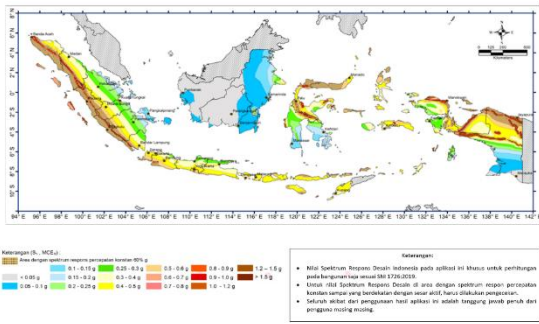
**Hasil dan Pembahasan**

Proses pembuatan respon spektrum gempa yang akan di gunakan sebagai acuan dalam menghitung beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan pada dasarnya cukup sederhana tetapi memerlukan pemahaman yang mendasar mengenai peta yang akan di gunakann, letak lokasi dan kondisi tanah yang ada.

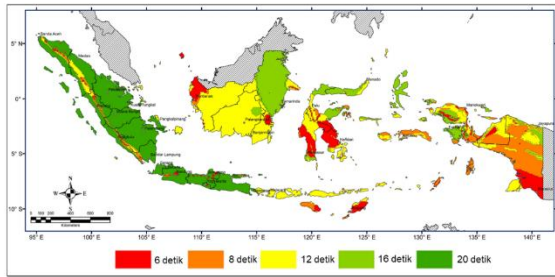
Beberapa tahapan yang harus di lakukan dalam menganalisis metode respon spektrum



Gambar 2 Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 detik (SS) sumber : SNI 1726 : 2019



Gambar 3 Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik (S1) sumber : SNI 1726 : 2019



Gambar 4 Peta Transisi Periode Panjang (TL) sumber : SNI 1726 : 2019

Tabel 6 – Koefisien situs,  $F_s$

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE <sub>a</sub> ) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, $S_1$					
	$S_1 \leq 0,25$	$S_1 = 0,5$	$S_1 = 0,75$	$S_1 = 1,0$	$S_1 = 1,25$	$S_1 \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS <sup>(a)</sup>					

**CATATAN:**

(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Tabel 7 – Koefisien situs,  $F_s$

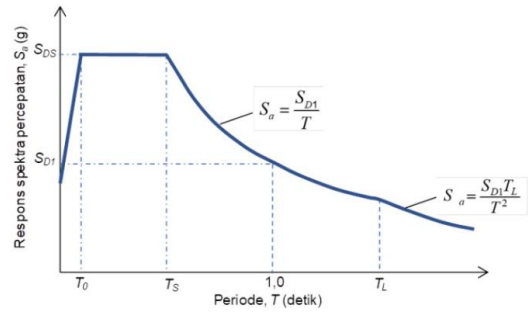
Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE <sub>a</sub> ) terpetakan pada periode 1 detik, $S_1$					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS <sup>(a)</sup>					

**CATATAN:**

(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Gambar 5 Koefisien Situs sumber : Data Puskim (<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/>)

1. Input parameter yang diperlukan adalah  $S_s$  dan  $S_1$ , yang bisa di dapatkan dari peta kontur yang baru, dari peta kontur tersebut mendapatkan nilai perkiraan pada data tanah Jakarta mendaptkn nilai  $S_s : 0,708g$ ,  $S_1 : 0,3823g$  Sedangkan data tanah Jayapura mendaptkn nilai  $S_s : 1,5000g$ ,  $S_1 : 0,6201g$ , untuk jenis tanah SE (Tanah Lunak)
2. Dengan cara yang sama dapat mendapatkan nilai  $F_v$  dan  $F_a$ , nilai yang didapatkan pada data Jakarta  $F_a : 1,2755g$ ,  $F_y : 2,4708g$ , Sedangkan data tanah Jayapura mendaptkn nilai  $F_a : 0,7000g$ ,  $F_y : 1,7000g$



Gambar 3 – Spektrum respons desain

Gambar 5 Data Puskim sumber : Data Puskim (<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/>)

3. Nilai spectral response acceleration pada data Jakarta mendapatkan nilai sebesar  $S_{ds} : 0,6638g$ ,  $S_{d1} : 0,6297g$ ,  $T_0 : 1.1897$  detik, dan  $T_s : 0,9487$  detik, sedangkan untuk data Jayapura mendapatkan nilai sebesar  $S_{ds} : 0,7000g$ ,  $S_{d1} : 0,7028g$ ,  $T_0 : 0,2008$  detik, dan  $T_s : 1,0040$  detik
4. Menentukan control simpangan (Displacement) yang di dapat dari data ETABS18 V.1.1 yang merupakan tegangan max Tegangan Max Jayapura arah X : 1,091 dan arah Y : 0,7Tegangan Max Jakarta arah X : 0,294 dan arah Y : 0,175
5. Kontrol tegangan pada bresing baja Tegangan Max Jayapura arah X : 207,6005779 dan arah Y : 185,7089 Tegangan Max Jakarta arah X : 73,11457 dan arah Y : 104,3365 Akibat kondisi leleh  $P = 0,9 \times \alpha_g \times F_y$  Akibat kondisi fraktur  $P = 0,75 \times A_e \times F_u$
6. Kontrol tegangan pada kolom beton Tegangan Max Jayapura arah X : 2026,2629 dan arah Y : 3244,0123 Tegangan Max Jakarta arah X : 1168,1718 dan arah Y : 1013,4199 Tegangan ijin beton :  $\frac{1}{3} \times$  Mutu Beton
7. Menghitung Angkur yang di dibutuhkan untuk bresing baja Luas beban yang bisa ditahan baseplate,  $(f + N/2)^2 = 336400 \text{ mm}^2$  Luas beban yang di transfer ke baseplate,  $(2 * P_u * (e + f))/q_{max} = 21 \text{ mm}^2$   $(f + N/2)^2 > (2 * P_u * (e + f))/q_{max} \dots$ (OK) Luas angkur baut daerah berulir,  $A_{se} = p / 4 * (d - 0.9743 \text{ in} / \text{ndt})^2$

**Kesimpulan**

- 1) Dapat diketahui bahwa struktur gedung untuk mode shape pertama ragam pola getar pada periode 3,067 mengalami tranlasi arah X, mode shape kedua pada periode 2,935 mengalami translasi arah Y, dan apda mode shape ketiga periode 2,707 mengalami rotasi.
- 2) Dapat diketahui bahwa kontrol simpangan antar lantai pada Gedung ini sudah memenuhi standar sesuai SNI 1726-2019 dengan syarat nilai displacement harus lebih kecil dari nilai

simpangan izin.

- 3) Berdasarkan hasil kontrol tegang, momen pada kolom dan bresing baja sebagai berikut:
- a. Tegangan max bresing 500 x 250 akibat gempa Jayapura X: 207.60 MPa (failure), 485.62 MPa (fraktur). Tegangan max bresing 500 x 200 akibat gempa Jayapura Y: 185.71 MPa (failure), 434.41 MPa (fraktur). Tegangan max bresing 500 x 250 akibat gempa Jakarta X: 73.11 MPa (failure), 171.03 MPa (fraktur). Tegangan max bresing 500 x 200 akibat gempa Jayapura Y: 104.34 MPa (failure), 244.06 MPa (fraktur).
  - b. Tegangan max kolom 700 x 400 akibat gempa Jayapura X: 3244.01 kg/cm<sup>2</sup>, Tegangan max kolom 1000 x 650 akibat gempa Jayapura Y: 2026.26 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan max kolom 700 x 400 akibat gempa Jakarta X: 1168.17 kg/cm<sup>2</sup>, Tegangan max kolom 700 x 400 akibat gempa Jayapura Y: 1013.42 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil analisis terhadap Data tanah Jayapura dan Jakarta, bahwa Data tanah Jayapura lebih besar memiliki potensi terjadinya pergerakan struktur bangunan.

#### Referensi

- Alfitra Ruben Andreanta S M, A. P. (n.d.). Analisis Kinerja Struktur High Rise Building Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Respons.
- Arif Kurnia, S. H. (2018). Pengaruh Posisi Dinding Geser Terhadap Kinerja Struktur Pada Gedung Tidak Beraturan Dengan Menggunakan Metode Response Spektrum.
- Edy Purnomo1, E. P. (2014). Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan
- Hadi Suntoko, A. M. (2019). Analisis Spektrum Respon Desain Gedung Reaktor RDE.
- Pande Putu Lingga Aditya Prawira, I. M. (2022). Pemodelan Dan Analisis Gedung Dengan Metode Response Spektrum (Studi Kasus: Gedung Rektorat Universitas Mahasaraswati Denpasar).
- Prismastanto, N. (2019). Metode Analisis Ragam Spektrum Respons Pada Struktur Gedung Bertingkat (Studi Kasus Hotel Tosan, Solo Baru).
- Renata A Wijaya, B. F. (n.d.). Analisa Respon Spektra Gempa Di Permukaan Berdasarkan Pendekatan Site Specific Analysis.
- Rendra, R., Kurniawandy, A., & Djauhari, Z. (2015). Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa Dengan Metode Respon Spektrum Dan Time History.
- Rezky Rendra, A. K. (2015). Kinerja Stuktur Akibat Beban Gempa.
- Rumbyarso, Y. P. A. (2023). Re-planning of Concrete Structures in the Ngoro Dormitory Project in Surabaya. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 5(1), 15-24.
- Pribadi, G., & Rumbyarso, Y. P. A. (2023). Analisis Profil Atap Baja WF dengan Metode LRFD Menggunakan SAP 2000 dan Idea StatiCa. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 6(4), 1543-1559.
- Rumbyarso, Y. P. A. (2022). Analisis Perkuatan Rangka Atap Baja pada Bangunan Gedung Heritage 1921 Menggunakan Software SAP 2000. *Jurnal Teknik Indonesia*, 1(1), 1-8.
- Rumbyarso, Y. P. A. (2021). PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN ATAS (UPPER STRUCTURE) GEDUNG STIE BANK BPD JATENG KOTA SEMARANG. *TEKNOKRIS*, 24(1), 1-7.