

PERBANDINGAN MODEL KINERJA STRUKTUR TAHAN GEMPA DENGAN WILAYAH BERBEDA MENGGUNAKAN METODE RESPON SPEKTRUM

Gali Pribadi^{1*}; Faizal Addin Achmad²

^{1,2}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia

*galipribadi@unkris.ac.id

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: Perencanaan; Struktur Bangunan; Bangunan Tahan Gempa

Abstract

Indonesia is an earthquake-prone area, many earthquakes that occur in Indonesia cause damage to building structures in Indonesia. The planning rules for building a building are that the building must be able to withstand existing earthquake loads. Because basically the principle of earthquake-resistant buildings is that damage to the building may occur, but not to structural elements This research takes a case study of a 19-storey apartment building. This building has a height of 62.7 meters with a total of 19 floors. According to SNI 1726: 2019 regulations, the function of this building is shown as a residential facility with risk category II. The results of the analysis are in the form of building structure performance, comparison between Jayapura and Jakarta soil data, level deviation and column and brace stress control.

Keywords: Planning; Building Structure; earthquake-resistant buildings

1. 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 struktur geologi adalah bahaya gempa bumi.

Gempa bumi merupakan peristiwa geologis yang biasanya disebabkan oleh aktivitas tektonik, dimana peristiwa tersebut terjadi ketika batuan 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 terdapat tonjolan, panjang tonjolan tersebut 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.

2. METODE PENELITIAN

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

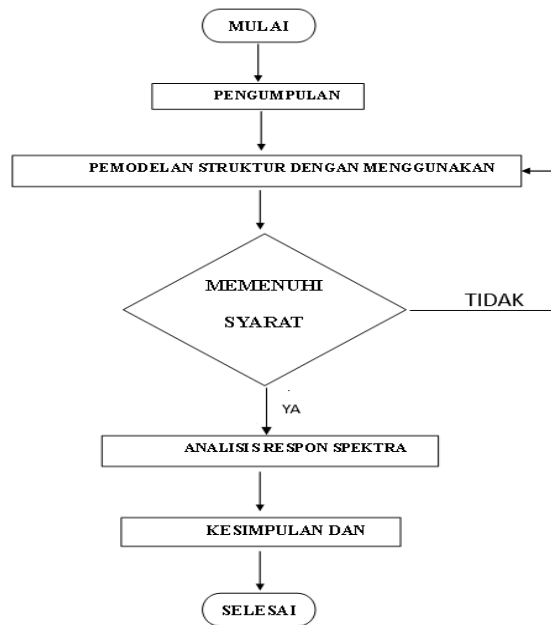
Istilah dinamis dapat didefinisikan sebagai berubah dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, beban dinamis adalah beban yang besar atau letaknya berubah seiring waktu. Analisis dinamik dilakukan dengan mempertimbangkan pengaruh dinamik gerakan tanah terhadap struktur. Analisis Dinamik dibagi menjadi 2,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



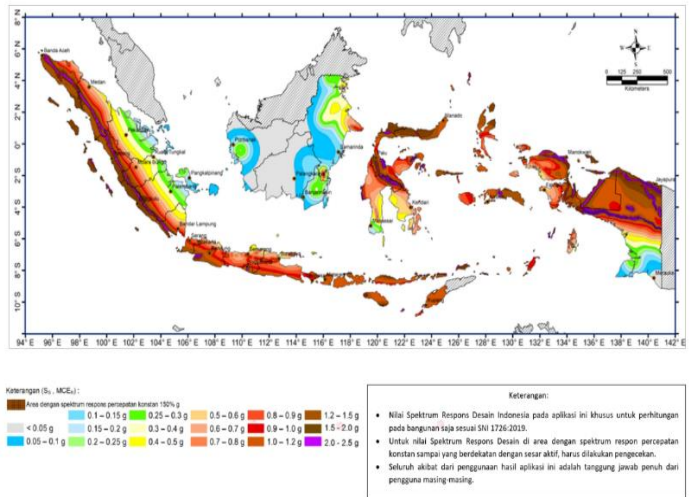
Gambar 1. Flowchart

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

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

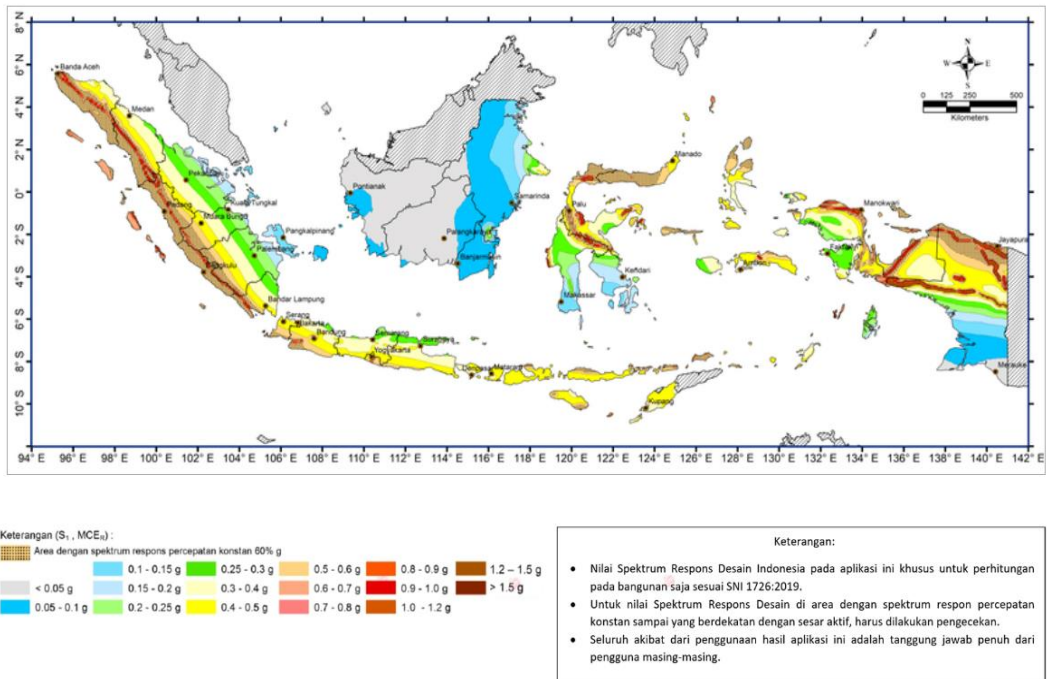
Proses pembuatan respon spektrum gempa yang akan di gunakan sebagai acuan dalam menghitung beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan pada dasarnya cukup sederhana tetapi memerlukan pemahaman yang mendasar mengenai peta yang akan di gunakann, letak lokasi dan kondisi tanah yang ada.

Beberapa tahapan yang harus di lakukan dalam menganalisis metode respon spectrum



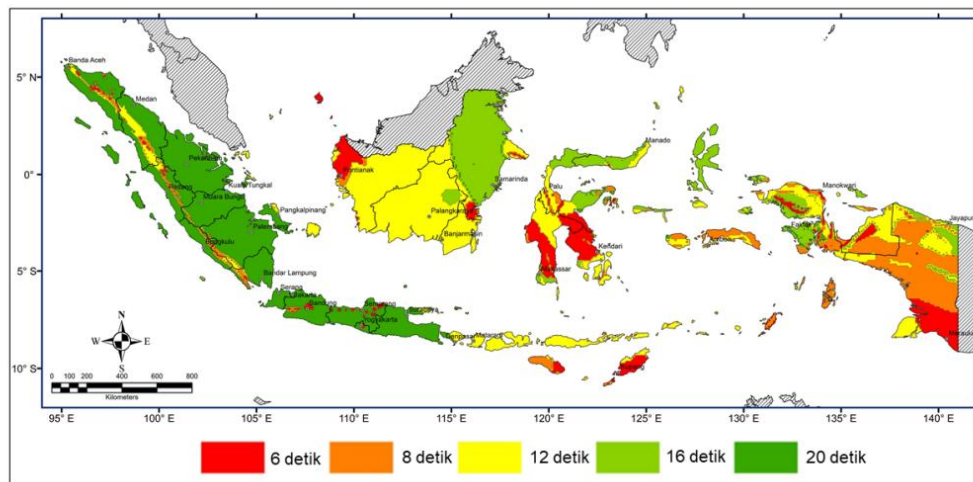
Sumber : Data SNI 1726:2019

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)

Tabel 6 – Koefisien situs, F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_a					
	$S_a \leq 0,25$	$S_a = 0,5$	$S_a = 0,75$	$S_a = 1,0$	$S_a = 1,25$	$S_a \geq 1,5$
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 ^(a)					

CATATAN:

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

Tabel 7 – Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_v					
	$S_v \leq 0,1$	$S_v = 0,2$	$S_v = 0,3$	$S_v = 0,4$	$S_v = 0,5$	$S_v \geq 0,6$
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 ^(a)					

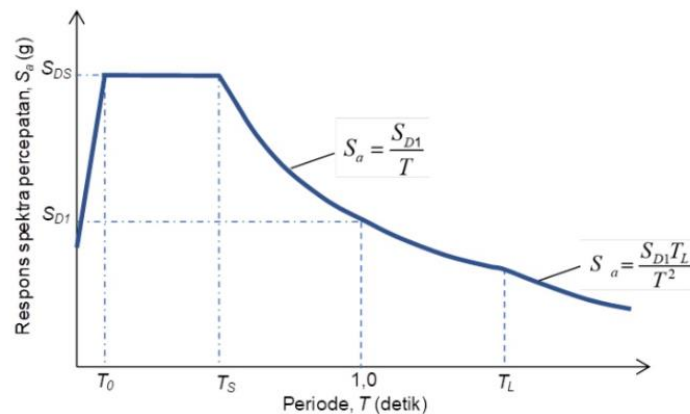
CATATAN:

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

Sumber : Data Puskim (<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/>)

Gambar 5 Koefisien Situs

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

Sumber : Data Puskim (<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/>)

Gambar 6 Spektrum Respons Desain

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 : 0,7
Tegangan 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
 $P = 0,9 \times A_g \times F_y$
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 ijjim beton : $\frac{1}{3} \times \text{Mutu Beton}$
7. Menghitung Angkur yang di butuhkan untuk bresing baja
Luas beban yang bisa ditahan baseplate, $(f + N/2)^2 = 336400 \text{ mm}^2$
Luas beban yang di transfer ke baseplate, $(2 * P_u * (e + f))/q_{max} = 21 \text{ mm}^2$
 $(f + N/2)^2 > (2 * P_u * (e + f))/q_{max} \dots (\text{OK})$
Luas angkur baut daerah berulir, $A_s = p / 4 * (d - 0.9743 \text{ in} / \text{ndt})^2$

4. KESIMPULAN

- 1) Dapat diketahui bahwa struktur gedung untuk mode shape pertama ragam pola getar pada periode 3,067 mengalami translasi arah X, mode shape kedua pada periode 2,935 mengalami translasi arah Y, dan pada 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/cm², Tegangan max kolom 1000 x 650 akibat gempa Jayapura Y: 2026.26 kg/cm².

Tegangan max kolom 700 x 400 akibat gempa Jakarta X: 1168.17 kg/cm², Tegangan max kolom 700 x 400 akibat gempa Jayapura Y: 1013.42 kg/cm².

Berdasarkan hasil analisis terhadap Data tanah Jayapura dan Jakarta, bahwa Data tanah Jayapura lebih besar memiliki potensi terjadinya pergerakan struktur bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmiyanti, D., Rachmansyah, A., Munawir, A., Zaika, Y., & Suryo, E. A. (2023, November). Voltage optimization in expansive soil improvement with saline solution on swelling and shear strength. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1263, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.
- [2] Darmiyanti, L., Rodji, A. P., & Mumtaz, A. (2022). PERENCANAAN STRUKTUR ATAP PROFIL BAJA WF. *Journal JOSCE Vol*, 4(02).
- [3] Darmiyanti, L., Pribadi, G., & Rodji, A. P. (2021). Penambahan Serbuk Kayu Kamper terhadap Kuat Tekan Beton. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 9(2), 85-92.
- [4] Kusumo, B. (2023). ANALISIS TERJADINYA GAGAL TRIP PENYULANG KACA PIRING PADA SISTEM KUBIKEL 20 KV GARDU INDUK KEBON JERUK. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 3(2), 1944-1962.
- [5] Kusumo, B. (2023). Rancang Bangun Pengendali Jarak Jauh Panel Listrik Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Menggunakan Smartphone Android dengan Komunikasi Bluetooth 3.0. *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, 5(02), 448-472.
- [6] Pribadi, G., Indriasari, I., & Rahman, R. L. (2023). Analisis Substitusi Limbah Plastik (LDPE) terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Laston AC-WC. *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, 5(02), 334-347.
- [7] 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. <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i4.21662>
- [8] Pribadi, G., & Yonas Prima Arga Rumbyarso. (2023). Analisis Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Bor Dengan Perhitungan Manual dan Software ALLPILE. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(2), 16-20. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.301>
- [9] Pribadi, G., Darmiyanti, L., & Martinus, M. (2023). Analisis Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Gula Pasir. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 11257-11262.
- [10] Rumbyarso, Y. P. A., & Pribadi, G. (2023). Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Bishop pada Proyek Geotechnical Investigation Jalur Transportasi Pelabuhan Batubara Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara. *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, 5(02), 562-577. <https://doi.org/10.53863/kst.v5i02.987>
- [11] 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. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci1592>
- [12] 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.
- [13] Rodji, A. P., Wasliman, I., Muchtar, H. S., & Koswara, N. (2022). Physical Education Learning Management in Fostering Students' Kinesthetic Intelligence. *International Journal of Educational Research and Social Sciences (IJERSC)*, 3(3), 1084-1088.
- [14] Sihombing, S. M., Rodji, A. P., & Muzamil, A. (2022). Analisis Tebal Perkerasan Runway Pada Bandara Internasional Oe-Cusse, Timor Leste. *Jurnal Sipil Krisna*, 8(1), 69-78.