

ANALISIS PERILAKU STRUKTUR GEDUNG IRD RUMAH SAKIT PAYANGAN DALAM MENAHAN BEBAN GEMPA DARI BERBAGAI KELAS SITUS TANAH DENGAN METODE ANALISIS RESPON SPEKTRUM

Diah Pradnya Paramitha, I Made Sastra Wibawa, I Ketut Diartama Kubon Tubuh

Universitas Mahasaraswati Denpasar
Email: diahprad99@gmail.com

ABSTRAK: Wilayah Indonesia berada pada pertemuan antar lempeng tektonik besar dunia. Oleh karena itu maka diperlukan perancangan struktur bangunan agar tahan gempa. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil studi kasus gedung Instalasi Rawat Darurat (IRD) Rumah Sakit Payangan yang berlokasi di Jl. Raya Payangan, Melinggih, Kabupaten Gianyar. Gedung merupakan struktur rangka beton bertulang penahan momen berlantai empat. Metode analisis beban gempa yang digunakan adalah metode analisis Respons Spektrum. Gedung memiliki kategori risiko IV (empat) mengingat fungsinya sebagai fasilitas kesehatan. Kondisi tanah tempat gedung berdiri diasumsikan kelas situs D (tanah sedang). Hasil desain menunjukkan gedung memiliki berat seismik efektif sebesar 12446,6 kN dengan gaya geser dasar pada arah X dan Y sebesar berturut-turut 619,3 kN dan 598,4 kN. Simpangan struktur didapat adalah sebesar 6 mm, 15 mm, 22 mm dan 27 mm secara berturut-turut dari lantai satu hingga lantai empat untuk arah X dan 4 mm, 10 mm, 16 mm, 19 mm untuk arah Y.

Kata kunci : Desain struktur, analisis respons spektrum, gaya geser dasar, simpangan lantai

ABSTRACT : Indonesia's territory is at the meeting point between the world's major tectonic plates. Therefore, it is necessary to design building structures to be earthquake resistant. This research was conducted by taking a case study of the Payangan Hospital Emergency Care Instalation (IRD) building located on Jl. Raya Payangan, Melinggih, Gianyar Regency. The building is a four-story reinforced concrete moment-resisting frame structure. The earthquake load analysis method used is the Spectrum Response analysis method. The building has risk category IV (four) considering its function as a health facility. The condition of the land where the building stands is assumed to be site class D (medium soil). The design results show that the building has an effective seismic weight of 12446,6 kN with base shear forces in the X and Y directions of 619,3 kN and 598,4 kN respectively. The structural story displacements obtained were 6 mm, 15 mm, 22 mm and 27 mm respectively from the first floor to the fourth floor in the X direction and 4 mm, 10 mm, 16 mm, 19 mm in the Y direction.

Keywords : Structural design, spectrum response analysis, base shear forces, story displacements.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang sering terjadi bencana alam, salah satunya adalah bencana alam gempa bumi. Dengan besarnya angka kerusakan yang terjadi akibat gempa bumi, maka diperlukan perancangan struktur bangunan yang direncanakan berdasarkan peraturan-peraturan untuk perencanaan bangunan tahan gempa. Struktur bangunan tidak boleh mengalami kerusakan jika terjadi gempa bumi yang berkekuatan ringan, Jika terjadi gempa bumi dengan kekuatan sedang atau menengah kerusakan struktur boleh terjadi terbatas pada kerusakan ringan dan dapat diperbaiki. Sedangkan jika terjadi gempa bumi berkekuatan besar bangunan tidak boleh roboh, meskipun sudah mengalami kerusakan yang parah sehingga korban jiwa manusia dapat dikurangi meskipun

terjadi kerusakan dan kerugian material (Karunia, 2015).

Perilaku struktur bangunan gedung saat terjadi gempa sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah di lokasi bangunan tersebut berdiri. Penelitian ini menganalisis perilaku struktur Gedung Instalasi Rawat Darurat (IRD) Rumah Sakit Payangan dengan berbagai kondisi tanah atau kelas situs tanah yang berbeda dalam menahan beban gempa.

Pengertian Tanah

Tanah merupakan tempat berdirinya suatu konstruksi, baik itu konstruksi bangunan gedung maupun konstruksi jalan. Selain itu tanah juga berfungsi sebagai penyaluran untuk menerima beban dari konstruksi bangunan di atasnya. Jenis tanah tertentu dapat menimbulkan masalah apabila tanah memiliki sifat-sifat yang

buruk seperti daya dukung yang rendah, kekuatan geser yang rendah dan potensi kembang susut yang besar (Candra, 2017).

Parameter Tanah

Sebelum menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, terlebih dahulu harus diketahui kondisi tanah tempat bangunan akan didirikan. Untuk keperluan tersebut, maka dilakukan penyelidikan tanah (*soil investigation*). (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

Penyelidikan tanah dimaksudkan untuk mengetahui kondisi geoteknik, baik keadaan, jenis dan sifat-sifat yang menjadi parameter dari tanah pondasi rencana. Yang dimaksud dengan kondisi geoteknik adalah :

- Struktur dan penyebaran tanah serta batuan
- Sifat fisis tanah (*soil properties*)
- Sifat teknis tanah atau batuan (*engineering properties*)
- Kapasitas dukung tanah terhadap pondasi yang diperbolehkan sesuai dengan tipe pondasi yang akan digunakan (Zulfikar, 2016).

Klasifikasi Tanah

Proses penentuan klasifikasi tanah berdasarkan atas data tanah pada kedalaman hingga 30 m, karena menurut penelitian hanya lapisan-lapisan tanah sampai kedalaman 30 m saja yang menentukan pembesaran gelombang gempa (Wangsadinata, 2006). Data tanah tersebut adalah *shear wave velocity*, V_s (kecepatan rambat gelombang geser), *standard penetration resistance*, N atau N_{ch} (Uji Penetrasi Standard SPT) dan *undrained shear strength*, S_u (kuat geser undrained). Dari 3 parameter tersebut, minimal harus dipenuhi 2 (dua), di mana data yang terbaik adalah *shear wave velocity*, V_s (kecepatan rambat gelombang geser) dan data yang digunakan harus dimulai dari permukaan tanah (Prasetyo, 2017).

Pengaruh Kondisi Tanah Terhadap Respons Spektrum

Banyak peneliti yang mengadakan studi tentang pengaruh kondisi tanah terhadap bentuk/karakter respons spektrum. Kondisi tanah yang dimaksud mungkin ketebalan lapisan tanah maupun *property* tanah misalnya jenis tanah kekuatan/kepadatan tanah dan seterusnya.

Balok

Balok merupakan bagian dari elemen struktur atas yang berfungsi mendistribusikan beban dari pelat lantai ke kolom. Gaya yang bekerja pada balok akan menimbulkan reaksi pada perletakan, gaya geser, momen lentur, gaya aksial dan lendutan pada balok.

Kolom

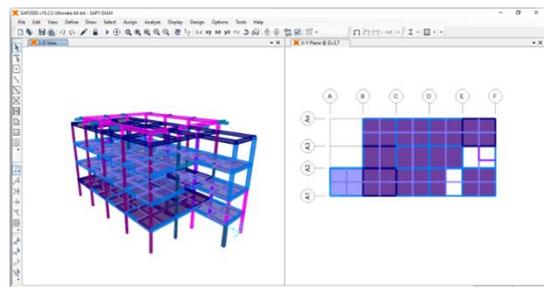
Kolom merupakan elemen tekan vertikal dari rangka struktural yang menahan beban dari balok. Kolom akan mendistribusikan beban-beban dari atas ke bawah untuk didistribusikan ke pondasi di bawah. Kolom menerima beban aksial tekan dan torsi akibat dari beban di atasnya dan beban pada balok dan pelat. Momen torsi yang disalurkan dapat berupa momen uniaksial (1 sumbu) ataupun biaksial (2 sumbu) (Tavio & Hemawan, 2010).

Pelat

Pelat adalah struktur kaku pembentuk permukaan. Pelat akan memikul beban yang bekerja secara vertikal maupun beban lateral. Pelat akan memikul beban sebagai beban lentur dan akan meneruskannya ke tumpuan.

Program SAP 2000 Versi 2016

Dalam proses analisis dengan program SAP 2000 *versi 16* adapun material yang digunakan dalam Gedung Instalasi Rawat Darurat Rumah Sakit Payangan yaitu beton bertulang, berikut denah dalam program SAP 2000 *versi 16*



Gambar 1. Kotak Dialog Setelah Mengaplikasikan Dimensi Kolom, Balok dan Pelat

Dari gambar tersebut akan di jabarkan juga beban apa saja yang digunakan dalam Gedung Instalasi Rawat Darurat Rumah Sakit Payangan.

Data Beban

Data beban yang akan digunakan pada perancangan ini adalah beban yang bekerja sesuai dengan SNI 1727:2020 dan PPIUG 1983. Beban tersebut meliputi beban mati, beban hidup dan beban gempa.

Beban Mati

Beban mati (*Dead Load/DL*) yang bekerja adalah sesuai dengan dimensi struktur dan beban tambahan. Untuk beban mati akibat berat sendiri dihitung dengan *software* SAP2000.

Beban mati (DL) yang bekerja pada pelat, ditinjau per meter persegi lantai sebagai berikut.

1. Berat spesi ($0.05 \times 2100 \text{ kg/m}^3$) = 105 kg/m^2
2. Berat tegel ($0.01 \times 2400 \text{ kg/m}^3$) = 24 kg/m^2
3. Berat plafon = 11 kg/m^2
4. Berat Penggantung = 7 kg/m^2
5. Instalasi MEP (*Mechanical, Electrical, & Plumbing*) = 40 kg/m^2

Total beban mati (WD) di lantai = 187 kg/m^2

Beban mati (DL) yang bekerja pada atap, ditinjau per meter persegi lantai atap sebagai berikut.

1. Berat plafon = 11 kg/m^2
2. Berat *waterproof* = 5 kg/m^2
3. Berat Penggantung = 7 kg/m^2
4. Instalasi MEP (*Mechanical, Electrical, & Plumbing*) = 40 kg/m^2

Total beban mati (WD) di lantai atap = 454 kg/m^2

Beban Mati Tambahan

- a. Berat dinding lantai 1 (tinggi 3,7 m)
 1. Bata ringan = ($600 \text{ kg/m}^3 \times 3,7 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}$) = 222 kg/m
 2. Plesteran = ($1850 \text{ kg/m}^2 \times 0,015 \text{ m}$) = $27,75 \text{ kg/m}$
 3. Acian ($0,05 \text{ kN/m}^2$) = $5,1 \text{ kg/m}^2 \times 0,02 \text{ m}$ = $0,102 \text{ kg/m}$

Beban total = $222 + 27,75 + 0,102$
= $249,852 \text{ kg/m}$.

- b. Berat dinding lantai 2 (tinggi 4 m)
 1. Bata ringan = $600 \text{ kg/m}^3 \times 4,0 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}$ = 240 kg/m
 2. Plesteran = ($1850 \text{ kg/m}^2 \times 0,015 \text{ m}$) = $27,75 \text{ kg/m}$
 3. Acian ($0,05 \text{ kN/m}^2$) = $5,1 \text{ kg/m}^2 \times 0,02 \text{ m}$ = $0,102 \text{ kg/m}$

Beban total = $240 + 27,75 + 0,102 = 267,852 \text{ kg/m}$.

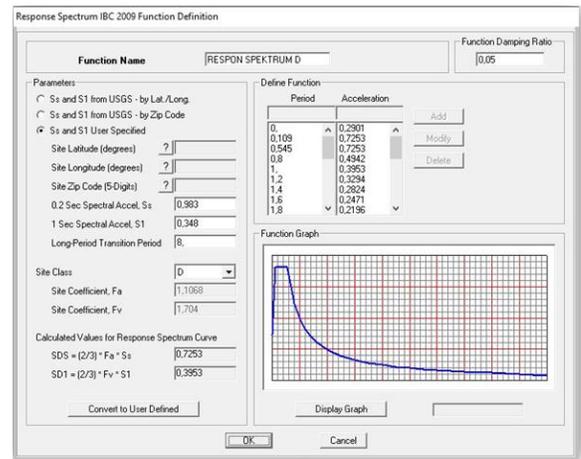
Beban Hidup

- a. Pada lantai atap = $0,96 \text{ kN/m}^2$
- b. Pada ruang pasien = $1,92 \text{ kN/m}^2$
- c. Pada koridor lantai 1 = $4,79 \text{ kN/m}^2$
- d. Pada depo obat = $1,93 \text{ kN/m}^2$
- e. Pada *spoel hock* = $1,93 \text{ kN/m}^2$
- f. Pada gudang = 6 kN/m^2
- g. Pada koridor di atas lantai 1 = $3,83 \text{ kN/m}^2$
- h. Pada ruang tunggu = $1,92 \text{ kN/m}^2$
- i. Pada ruang ICCU = $2,87 \text{ kN/m}^2$
- j. Pada ruang kepala sal = $1,92 \text{ kN/m}^2$
- k. Pada ruang transit = $1,92 \text{ kN/m}^2$
- l. Pada ruang HCU = $2,87 \text{ kN/m}^2$
- m. Pada ruang lab = $2,87 \text{ kN/m}^2$

Beban Atap

- a. Beban genteng, reng dan usuk = 50 kg/m^2

Parameter Gempa



Gambar 2. Response Spectrum Functions Definition

Berikut parameter respons spektrum D sebagai berikut:

1. 0.2 *second spectral acceleration*, S_s : Percepatan respons spektral gempa untuk periode 0,2 detik (0,983 g).
2. 1 *second spectral acceleration*, S_1 : Percepatan respons spektral gempa untuk periode 1 detik (0,348 g).
3. *Site class*: tanah sedang (D)

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, akan dilakukan pemodelan struktur yaitu menggambar semua elemen struktur, mendefinisikan beban dan membuat kombinasi beban. Adapun langkah-langkah pemodelan struktur menggunakan

program SAP2000 versi 16 adalah sebagai berikut:

1. Input model struktur : Klik File→New Model→Pilih Model Struktur→Grid Only→OK.
2. Mendefinisikan material struktur, mutu bahan : beton $f_c=22$ MPa dan baja tulangan utama $f_y=420$ MPa dan baja tulangan sengkang $f_y=280$ MPa. Mendefinisikan material beton : Klik Define→Klik Material→Add New Material→OK.
3. Mendefinisikan material baja tulangan : mengisi data untuk Add New Material A992Fy50 yang merupakan ketentuan material dari tulangan ada dua jenis tulangan yaitu tulangan pokok $f_y=420$ MPa dan tulangan sengkang $f_y=280$ MPa.
4. Mendefinisikan elemen struktur kolom klik Define→Section Property→Frame Section→Add New Property→Frame Section Type (Concrete) →Rectangular, balok Klik Define→Section Properties→Frame Section→Add New Property, pelat a. Klik Define→Section Properties→Frame Section→Area Section.
5. Mengganti nilai phi Klik Design→Concrete Farme Design→View/Revise Preferences, Ubah Phi (Tension Control) menjadi 0,9.
6. Mengaplikasikan dimensi struktur ke setiap batang : Klik batang kolom→Klik Assign→Frame→Frame Section, Klik batang balok→Klik Assign→Frame→Frame Section, Draw→Quick Draw Area atau dengan mengklik icon quick draw area pada toolbar sisi kiri.
7. Mendefinisikan beban yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa secara otomatis atau autoloat sesuai dengan peta respon spectrum.
8. Memasukkan beban beban yang bekerja.
9. Definisi Tipe Analisis Auto Load pada SAP2000 : Pada analisis auto load, pembebanan pada struktur dilakukan lewat load patterns. Klik Define → Load Patterns.
10. Input Kombinasi Pembebanan : dengan memilih menu Define kemudian pilih Load Combinations.
11. Input Beban Plat Atap pilih menu Select →Properties →Area Section →Pilih plat yang digunakan.
12. Input Beban Dinding : mengubah tampilan model menjadi x-y view, kemudian pilih

seluruh balok yang memikul beban dinding dari lantai 1 sampai dengan lantai 4. Setelah seluruh balok terpilih lalu pilih menu Assign→Frame Loads → Distributed.

13. Input Beban Atap: Beban yang masukan yaitu beban mati tambahan, beban hidup atap, beban angin. Select titik gording, setelah titik gording terpilih semua, maka dilakukan pemberian beban dengan memilih menu Assign → Joint Loads → Forces.
14. Response Spectrum : dimasukan dengan tahapan Define > Functions > Response Spectrum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

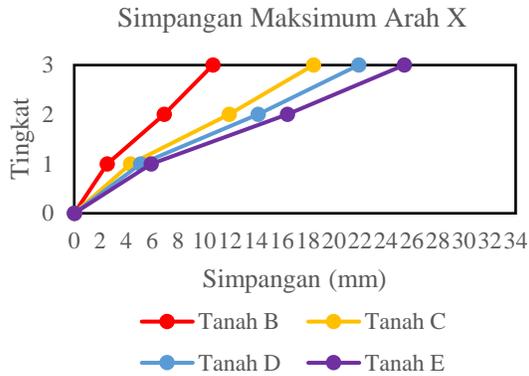
Respons struktur Gedung Instalasi Rawat Darurat Rumah Sakit Payangan dengan analisis respons spektrum dengan SNI 1726:2019. Untuk hasil yang akan dijabarkan respons struktur berupa simpangan maksimum, simpangan antar tingkat, dan gaya geser dasar pada tanah asli bangunan eksisting terbangun yaitu pada empat jenis tanah yaitu tanah batuan (tanah B), tanah keras (C), tanah sedang (D), dan tanah lunak (E). Berat struktur gedung didapat sebesar 12446,6 kN.

1. Gaya geser dasar

Tabel 1. Gaya Geser Dasar Dengan Metode Analisis Respons Spektrum

Tipe Tanah	Gaya Geser Dasar		Persentase Gaya Geser Dasar dari Berat Struktur	
	Arah X (kN)	Arah Y (kN)	Arah X (%)	Arah Y (%)
Tanah SB	308,38	291,76	2,48	2,34
Tanah SC	525,59	506,08	4,22	4,07
Tanah SD	619,62	598,39	4,98	4,81
Tanah SE	716,71	692,68	5,76	5,57

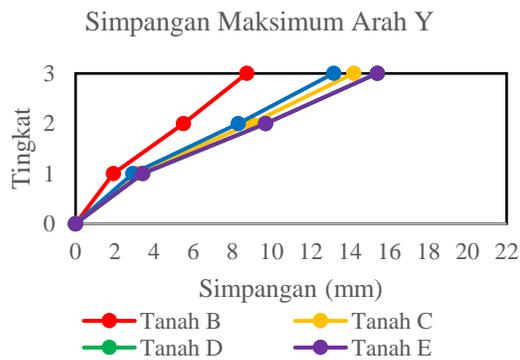
Dari hasil gaya geser dengan metode respons spektrum seperti pada tabel di atas menunjukkan tanah SB lebih tahan terhadap gaya geser akibat gempa, dibandingkan dengan tanah SC, SD, maupun SE.



Gambar 3. Tabel perbandingan simpangan maksimum arah X pada tanah B, tanah C, Tanah D SNI 1726:2019, serta tanah E

2. Simpangan maksimum

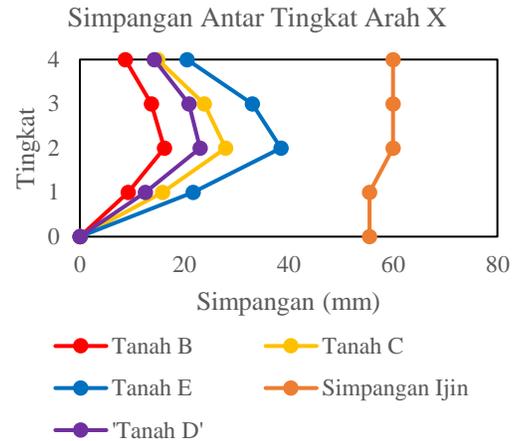
Dari hasil simpangan maksimum arah X seperti pada tabel di atas menunjukkan rata-rata tanah B kemiringan bangunannya lebih baik, dibandingkan dengan tanah C,D, maupun E.



Gambar 4. Tabel perbandingan simpangan maksimum arah Y pada tanah B, tanah C, Tanah D SNI 1726:2019, serta tanah E

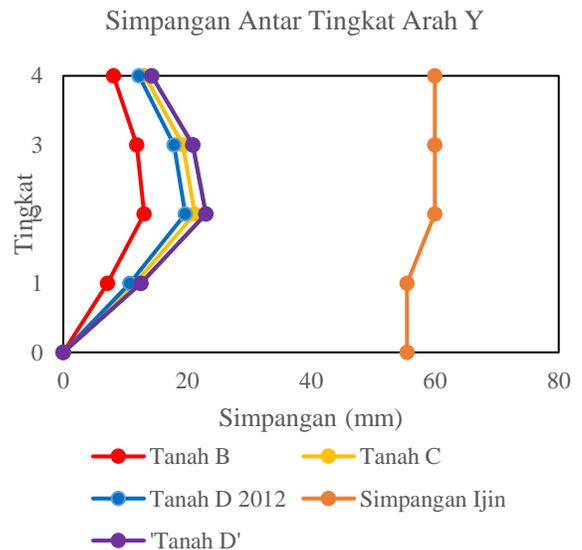
Dari hasil simpangan maksimum arah Y seperti pada tabel di atas menunjukkan rata-rata tanah B kemiringan bangunannya lebih baik, dibandingkan dengan tanah C, D, maupun E.

3. Simpangan Antar Tingkat



Gambar 5. Grafik Perbandingan Simpangan Antar Tingkat arah X pada tanah B, tanah C, Tanah D SNI 1726:2019, serta tanah E

Dari hasil simpangan antar tingkat dari lantai 1, lantai 2, lantai 3, dan lantai 4, pada arah X seperti pada tabel di atas menunjukkan rata-rata tanah B kemiringan bangunannya pada setiap tingkat menunjukkan bahwa tanah B berada paling jauh jarak angkanya dari simpangan ijin yang sudah ditentukan, dibandingkan dengan tanah C,D, maupun E.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Simpangan Antar Tingkat arah Y pada tanah B, tanah C, Tanah D SNI 1726:2019, serta tanah E

Dari hasil simpangan antar tingkat dari lantai 1, lantai 2, lantai 3, dan lantai 4, pada arah Y seperti pada tabel di atas menunjukkan rata-rata tanah B kemiringan bangunannya pada setiap tingkat menunjukkan bahwa tanah B berada paling jauh jarak angkanya dari simpangan ijin yang sudah ditentukan, dibandingkan dengan tanah C, D, maupun E.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui simpangan dan gaya geser pada portal beton bertulang pemikul momen khusus akibat beban gempa, didapatkan simpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin lunak kondisi tanah, semakin besar simpangan (*drift*) yang terjadi pada struktur Gedung IRD. Simpangan terbesar terjadi pada kondisi tanah lunak (kelas situs E), diikuti oleh tanah sedang (kelas situs D), tanah keras (kelas situs C), dan paling kecil pada tanah batuan (kelas situs B). Selain itu, gaya geser dasar (*base shear*) yang diterima struktur juga semakin besar seiring dengan semakin lunaknya kondisi tanah.
2. Simpangan antar tingkat pada tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak masih aman karena nilainya masih di bawah kontrol ijin

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, 8, 254.
- Diartama Kubon Tubuh I Ketut, Gegiranang Wiryadi I Gede, Agus Putra Wirawan I Putu. (2021). Pengaruh Penentuan Kelas Situs Terhadap Perilaku Struktur Dalam Menahan Beban Gempa. Penerbit UNHI PRESS.
- Hayashi. (2000). Influence of effective duration of strong motion on elastic response spectra.
- Karunia, H. A. (2015). Perancangan bangunan tahan gempa. Perancangan Bangunan Tahan Gempa, 1–10.
- Nasution, A. (2009). Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang. Penerbit ITB.
- PPIUG 1983, tentang beban mati, hidup, dan beban gempa
- Prasetyo, E. (2017). Desain Gedung Kuliah 21 Lantai di Universitas Trunojoyo Bangkalan Madura Tahun 2016. <http://lib.unnes.ac.id/id/eprint/25354>
- SNI 1727-2020, pembebanan minimum untuk perancangan bangunan Gedung
- Tavio, & Hemawan, L. (2010). A Study on The Effective Width of Slab in Flat Plate Structures Under Seismic Loading.