

**Pengaruh Sistem Lantai Diafragma Pada Lantai Dasar Gedung Terhadap Kapasitas Kolom Disaat Ada Beban Gempa
(Studi Kasus : Renacana Gedung Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember Kota Jember Provinsi Jawa Timur)**

Effect of Diaphragm Floor System on the Ground Floor of the Building on Column Capacity When There is an Earthquake Load
Putri Jhonia¹, Pujo Priyono², Ilanka Cahya Dewi³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : putrijonia@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : pujopriyono@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : ilankadewi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Pelat lantai yang juga dikenal sebagai diafragma merupakan salah satu elemen struktural yang digunakan dalam konstruksi gedung perkantoran, rumah biasa, dan struktur jembatan.. Pembangunan gedung sekarang dengan perkembangan perilaku gempa yang semakin membesar menyebabkan perubahan pada beberapa persyaratan pembangunan gedung oleh karena itu Direktorat Jendral Cipta Karya mensyaratkan lantai dasar menggunakan balok sloof berupa plat tebal 10-12 cm. Pembangunan Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember merupakan salah satu proyek yang di fungsikan agar bisa memberikan manfaat bagi masyarakat Jember. Gedung ini direncanakan memiliki 4 lantai, panjang bangunan 90 m, lebar bangunan 66 m, ketinggian total 16.50 m, gedung ini di rencanakan dengan konstruksi pelat lantai konvensional, Tujuan Penelitian ini adalah Untuk mengetahui Sistem Lantai Diafragma yang sesuai SNI:1726:2012 dan Dapat mengetahui hasil studi tingkat reduksi kapasitas kolom. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa

Kata Kunci: *Diafragma Lantai, Lantai Konvensional, Reduksi Kapasitas kolom.*

Abstract

Floor slabs (also known as diaphragms) are one of the structural elements used in the construction of office buildings, ordinary houses, and bridge structures, according to Liyana (2014). The current building construction with the increasing development of earthquake behavior has caused changes in several building construction requirements. Therefore, the Directorate General of Human Settlement requires that the ground floor use sloof beams in the form of 10-12 cm thick plates. The construction of the Jember Muhammadiyah University Hospital is one of the projects that is enabled to provide benefits to the people of Jember. This building is planned to have 4 floors, the length of the building is 90 m, the width of the building is 66 m, the total height floors, the building length is 90 m, the building width is 66 m, the total height is 16.50 m, his building is planned with conventional floor slab construction. The purpose of this research is to find out the Diaphragm Floor System according to SNI: 1726: 2012 and to find out the results of the study of the reduction rate of column capacity.

Keywords: *Floor Diaphragm, Conventional Floor, Column Capacity Reduction.*

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Manusia kini dapat membangun berbagai jenis bangunan dengan ketinggian dan desain yang diinginkan berkat kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang teknik sipil. Pembangunan infrastruktur fasilitas umum saat ini terus ditingkatkan guna mendukung kemajuan suatu negara. Pembangunan terutama berupaya meningkatkan kesejahteraan rakyat dengan membangun berbagai fasilitas dan aset pendukung dalam kehidupan bermasyarakat.

Akibat perubahan geomorfik, sejumlah kota besar di Indonesia berkembang pesat, termasuk di Sumatera dan Jawa. Konstruksi bangunan yang dirancang tahan gempa di masa lalu juga dirugikan oleh gempa yang terjadi, selain yang sudah rusak. Ternyata, jenis diafragma tersebut akan berdampak pada defleksi yang terjadi di dalam gua (rigid, semi-rigid, flexible).

Pembangunan gedung sekarang dengan perkembangan perilaku gempa yang semakin membesar menyebabkan perubahan pada beberapa persyaratan pembangunan gedung oleh karena itu Direktorat Jendral Cipta Karya mensyaratkan lantai dasar menggunakan balok sloof berupa plat tebal 10-12 cm. Pelat lantai (juga dikenal sebagai diafragma) adalah salah satu elemen struktural yang digunakan dalam konstruksi gedung perkantoran, rumah biasa, dan struktur jembatan, menurut Liyana (2014). Biasanya, beton bertulang digunakan sebagai dasar utama pelat lantai. Pelat adalah jenis struktur yang dapat mentransfer beban hidup dan mati ke sistem struktur rangka lainnya.

Penjelasan di atas membuktikan bahwa diafragma akan mengalami tegangan tarik, tekan, dan geser ketika beban gempa bekerja di lantai, dan distribusi massa tegangan akan cukup signifikan jika terdapat variasi yang signifikan pada kolom lateral. dibandingkan dengan faktor lain, seperti adanya dinding geser, kekakuan. Kekakuan transversal kolom dan dinding geser berfungsi sebagai penopang diafragma, yang merupakan elemen tegangan bidang dengan beban yang diterapkan yang meliputi beban luas tersebar untuk massa lantai, beban garis untuk massa dinding, dan beban beton untuk massa terpusat.

Pembangunan Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember merupakan salah satu proyek yang di fungsikan agar bisa memberikan manfaat bagi masyarakat Jember.

Gedung ini direncanakan memiliki 4 lantai, panjang bangunan 90 m, lebar bangunan 66 m, ketinggian total 16.50 m, gedung ini di rencanakan dengan konstruksi pelat lantai konvensional Sehingga Dalam Tugas akhir ini akan di evaluasi Pengaruh Sistem Lantai Diafragma pada Pembangunan Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember lantai dasar gedung terhadap kapasitas kolom disaat ada beban gempa, dengan menggunakan metode SNI:1726:2012. Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan program Etabs V.20.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan. Adapun permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana Sistem Diafragma Lantai Gedung Universitas Muhammadiyah Jember Yang Sesuai SNI:1726:2012?
2. Berapa tingkat reduksi kapasitas kolom saat ada beban gempa bila gedung tanpa diafragma lantai dasar?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Aspek yang ditinjau adalah lantai dasar dalam pembangunan Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Tidak menganalisa biaya proyek.
3. Tidak Menganalisa Manajemen Proyek.

D. Tujuan

Dengan Memperhatikan latar belakang dan permasalahan yang terjadi maka tujuan studi adalah:

1. Untuk mengetahui sistem lantai diafragma Universitas Muhammadiyah Jember yang sesuai SNI:1726:2012
2. Dapat mengetahui hasil tingkat reduksi kapasitas kolom pada pembangunan Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember

E. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Teoritis

Hal ini diantisipasi Untuk menawarkan keuntungan dan detail yang lebih menyeluruh pada kapasitas kolom lantai dasar tanpa diafragma.

2. Praktis

Dari hasil studi kapasitas kolom proyek pembangunan Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember maka di harapkan dapat diketahui tingkat reduksi kapasitas kolom saat ada beban gempa bila gedung tanpa diafragma.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton adalah Suatu campuran pasir batu pecah yang bersatu dan bekerjasama dalam suatu masa yang keras dengan pasta semen dan air. Terkadang satu atau beberapa “admixture” di tambahkan untuk merubah karakteristik beton seperti kemudahan untuk dikerjakan (“*workability*”), (“*durability*”) dan mempercepat waktu untuk mengeras (“*time of hardening*”). Seperti kebanyakan bebatuan, beton mempunyai kekuatan tekan yang tinggi dan sangat rendah kekuatan tariknya.

Semen, air, agregat kasar dan halus, dan bahan tambahan lainnya digunakan untuk membuat beton. Beton polos adalah jenis beton yang paling umum digunakan saat ini. SNI 03-2834-2000 menyatakan bahwa bila menggunakan agregat alam, baik pecah maupun tidak, berat beton normal adalah 2200–2500 kg/m³.

Semen portland, agregat halus (sand), agregat kasar (gravel), air, dan rongga udara merupakan komponen utama beton. Rasio elemen yang digunakan menghasilkan beton harus dipilih agar beton basah dapat diatur, memenuhi kekuatan yang ditentukan setelah pengerasan, dan harganya terjangkau (Tjokrodimulyo, 1992).

B. Kolom

Salah satu komponen struktur vertikal, kolom adalah membawa beban aksial ke depan menuju pondasi. Runtuhnya suatu kolom dapat menyebabkan lantai yang terkena runtuh atau

seluruh struktur runtuh secara serempak karena kolom merupakan salah satu komponen struktur utama yang memegang peranan penting dalam sebuah bangunan (Sudarmoko, 1996). SNI 2847:2013 mendefinisikan kolom sebagai elemen struktur yang digunakan terutama untuk mendukung beban aksial dan memiliki rasio tinggi terhadap dimensi lateral minimum melebihi 3.

C. Pelat

Konstruksi beton bertulang tipis dengan bidang tegak lurus terhadap bidang bangunan inilah yang disebut oleh Ali Asroni (2010) sebagai “pelat beton bertulang”. Pelat lantai adalah lantai bertingkat yang memisahkan antara satu tingkat dengan tingkat lainnya yang tidak langsung berada di atas tanah.

Pelat merupakan elemen struktur dengan ketebalan yang relatif tipis dibandingkan lebar dan panjangnya, klaim Sudarmanto (1996). Untuk membuat bidang atau permukaan datar pada bangunan beton, pelat digunakan. Secara umum, penyangga pelat berbentuk kolom (lantai jamur), konstruksi baja, balok beton bertulang, atau bahkan ditopang langsung oleh tanah. Pelat dapat ditopang secara lokal atau pada garis penopang yang menerus, serupa dengan bagaimana dinding atau balok ditopang. Pelat, sering disebut sebagai pelat, adalah elemen horizontal yang mendistribusikan beban ke balok dan kolom, yang berfungsi sebagai rangka bantalan vertikal struktur dan rangka pendukung lainnya.

D. Balok

Komponen struktural yang dikenal sebagai balok mentransfer beban dari pelat ke kolom pendukung vertikal. Biasanya, pelat digunakan untuk menuang balok secara monolitik yang diperkuat secara struktural di bagian bawah atau atas. Struktur kolom juga ditahan oleh balok.

Balok merupakan komponen konstruksi yang menopang lantai di atasnya dan menyalurkan beban momen ke kolom yang menahannya. Balok utama dan balok anak adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan balok yang menopang kolom secara langsung dan balok yang menopang balok utama. Tujuan keseluruhan tulangan ganda dalam desain balok adalah untuk

memaksimalkan daktilitas penampang dan mengurangi defleksi jangka panjang yang disebabkan oleh rangkai dan susut. 2003 (McCormac).

E. Pembebanan Struktur

Baik beban vertikal maupun horizontal adalah beban yang dihitung dan bekerja. Beban angin dan beban gempa merupakan contoh beban horizontal. Karena beban gempa lebih penting daripada beban angin dalam pembangunan struktur beton bertulang, maka struktur portal semata-mata dirancang untuk menahan beban gempa horizontal. Beban mati dan beban hidup keduanya merupakan jenis beban vertikal. Analisis pembebanan ini akan digunakan untuk merencanakan konstruksi sehingga dapat menopang beban dan dimanfaatkan secara aman.

1. Beban Mati (Dead Load)

Gaya statis yang ditimbulkan oleh berat masing-masing komponen struktur dikenal sebagai "beban mati". Berat komponen penahan beban struktur, termasuk lantai, pelapis, pelapis fasad, lain-lain, merupakan salah satu faktor yang menimbulkan beban mati (Schueller, 2001). Beban mati menurut (Juwana, 2005) adalah berat total dari seluruh komponen tetap yang menyusun suatu struktur bangunan, termasuk semua komponen pembantu, mesin tetap, dan peralatan tetap yang merupakan komponen penting dari bangunan tersebut.

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah bobot yang mungkin atau mungkin tidak didukung oleh suatu struktur untuk jangka waktu tertentu. Beban hidup dapat dikatakan bekerja lambat pada struktur meskipun dapat bergerak.

Beban hidup adalah beban pemakaian (occupancy load). Berat orang, furnitur, bahan dalam penyimpanan, dan barang lainnya termasuk dalam beban penggunaan. Setiap beban hidup memiliki kemampuan untuk bergerak atau bergerak (Schodek, 1998).

3. Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban statis identik yang diterapkan pada bangunan atau komponen struktural tertentu untuk mensimulasikan konsekuensi dari getaran tanah akibat gempa. Beban gempa mengacu pada gaya-gaya dalam struktur yang diakibatkan oleh pergeseran tanah akibat gempa ketika dampak gempa pada struktur

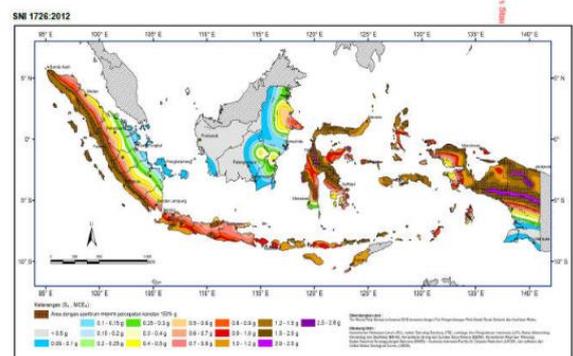
bangunan diestimasi dengan menggunakan analisis dinamik. (2005) Juwana.

F. Struktur Bangunan Gedung Beraturan Dan Tidak Beraturan (Sesuai Sni: 2847:2012 Pasal 7.3.2

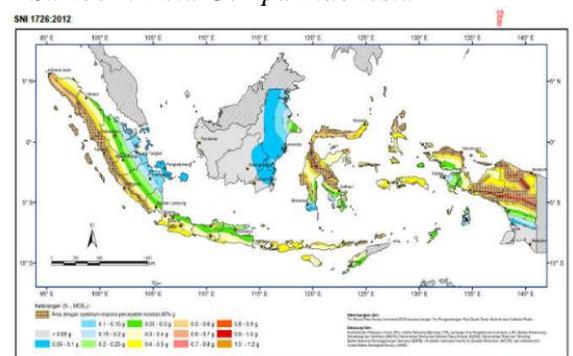
Suatu struktur bangunan gedung dianggap mempunyai ketidakteraturan mendatar dan tidak beraturan vertikal, berturut-turut, jika struktur tersebut menunjukkan satu atau lebih dari jenis ketidakknormalan yang dijelaskan dalam SNI 1726-201

G. Peraturan Gempa Indonesia Sni 1726:2019

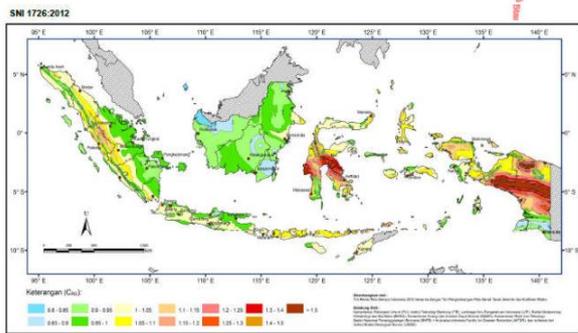
Indonesia adalah suatu wilayah yang terletak diantara tiga lempeng raksasa Akibatnya, interaksi ketiga lempeng tersebut sering kali menghasilkan gempa bumi, yaitu guncangan atau gerakan tanah yang tiba-tiba akibat pelepasan energi yang terperangkap sebelumnya. Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2017 mempresentasikan peta gempa Indonesia terbaru yang diterbitkan pada tahun 2010 dan didasarkan pada percepatan tanah tertinggi ("Peak Ground Acceleration).



Gambar 1 Peta SNI 1726:2012
Sumber : Peta Gempa Indonesia



Gambar 2 Peta SNI 1726:2012
Sumber : Peta Gempa Indonesia



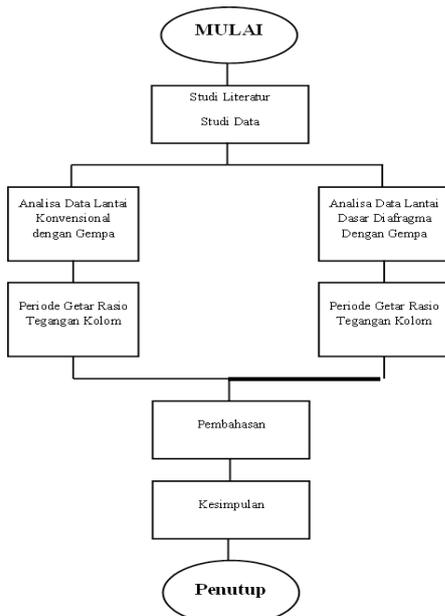
Gambar 3 Peta SNI 1726:2012
 Sumber : Peta Gempa Indonesia

H. METODOLOGI

Pada penelitian ini memakai data sebagai berikut:

1. Data Gedung
2. Spesifikasi Material

Adapun Flow Chart Penelitian seperti pada Gambar 5 :



Gambar 4 Bagan Alur Penelitian
 Sumber : Hasil penggambaran sendiri

I. Pembebanan

a. Beban Mati (DL)

Beban Mati harus dianggap sebagai berat sendiri komponen lainnya. (SNI 1726:2012) terdiri dari:

- Dimensi komponen struktur (Kolom, Balok, Pelat Lantai)
- 63 kg/m² untuk spesifikasi lantai (3 cm).
- Keramik: 24 kg/m² (1 cm).
- 18 kg/m² untuk plafon dan gantungan
- 10 kg/m² untuk MEP

- Beban mati di tangga: 750 kg/m².
- Beban dinding bata merah 255 kg/m²
- 5 cm curah hujan : 50 kg/m²
-

b. Beban Hidup

Merupakan beban untuk menggunakan atau mematuhi tujuan bangunan (SNI:1726:2012)

- Beban hidup: 100 kg/m² di atap
- Biaya Hidup Rumah Sakit
- 200 kg/m² di ruang pasien
- 383 kg/m² di koridor
- Beban Hidup untuk Tangga: 600 kg/m².

c. Beban Gempa

Untuk risiko gempa kategori D pada tanah sedang, beban gempa pada ETABS v19 menggunakan fitur pembebanan dengan analisis respons spektrum berdasarkan SNI Gempa 1726:2019.

d. Perhitungan Pembebanan input pada etabs

Perangkat lunak menentukan beban mati untuk elemen struktur seperti kolom, pelat, balok, dan atap. Lantai 1 sampai 3.

Tabel 1 Perhitungan Beban Hidup

Berat	Nilai	Sat	Keterangan
Kramik 1 cm	24	kg/m ²	ALFU
Speisi 3 cm	63	kg/m ²	ALFU
Plapon	18	kg/m ²	ALFU
Lainnya 10%	9.6	kg/m ²	ALFU
Total	115.5	kg/m ²	ALFU
4 meter tinggi dinding bata	1020	kg/m ²	Distributed Frame Load

Sumber:Hasil Perhitungan 2022

Tabel 2 Perhitungan Beban Mati

Berat	Nilai	Sat	Keterangan
Ruang Pasien	200	kg/m ²	ALFU
Korsidor	383	kg/m ²	ALFU

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

Perangkat lunak menentukan beban mati untuk elemen struktur seperti kolom, pelat, balok, dan atap.

Tabel 3 Perhitungan Beban Hidup lantai atap

Berat	Nilai	Sat	Keterangan
Air Hujan	50	kg/m ²	ALFU
Spesi 3 cm	63	kg/m ²	ALFU
Total	113	kg/m ²	ALFU
Keliling bangunan ber dinding 1 m	255	kg/m ²	Frame Load Distributed

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

Tabel 4 Perhitungan Beban Hidup Dan Beban Mati Tangga

Berat	Nilai	Sat	Keterangan
Beban Hidup Atap	100	kg/m ²	ALFU

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

e. Faktor Respon (C)

Dengan nilai percepatan tanah puncak (pga) $S_s = 0,88$ g dan $S_1 = 0,394$ g pada tanah sedang, Kabupaten Jember (-8.169827558 ; 113.703044377) ditetapkan sebagai daerah gempa sedang di Indonesia (puskim.pu.go.id).

Tabel 5 Perhitungan Respon C

Jenis Tanah	Tanah Sedang	
Koordinat Lokasi	-8.169827558, 113.703044377	
<i>hasil pembacaan Respons Spektra aplikasi PUS-GEN PUSKIM-2020</i>		
PGA (g)	0,40	G
PGAm (g)	0,48	G
CRs	0,00	
CR1	0,00	
S_s	0,88	G
S_1	0,39	G
Fa	1,15	
Fv	1,91	
Sms	1,01	G
Sm1	0,75	G
Sds	0,67	G
Sd1	0,50	G
T0	0,15	Detik
Ts	0,74	Detik

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

f. Dimensi Kolom-Balok

Konstruksi yang diusulkan adalah bangunan tipikal, sehingga Model 1 (Tanpa Diafragma)

(Sistem Tanpa Diafragma), dan Model 2 (Dengan Diafragma) memiliki kolom dan balok yang sama yang digunakan pada struktur bangunan (Sistem Dengan Diafragma).

Tabel 6 Konfigurasi dan Dimensi Kolom-Balok

Konfigurasi Struktural	Dimensi profil	Mutu beton	Keterangan
Kolom	50 x 50 cm	Beton f'_c 30	Kolom 1 untuk lantai 1-4 di semua model
Balok 1	30 x 50 cm	Beton f'_c 30	Balok 1 untuk lantai 1-4 di semua model
Balok 2	40 x 60 cm	Beton f'_c 30	Balok 2 untuk lantai 1-4 di semua model

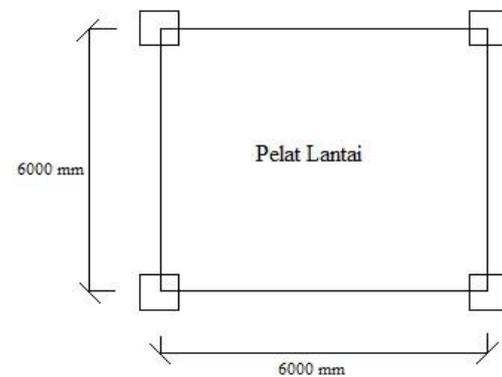
Sumber: Hasil Perhitungan 2022

J. Tebal Pelat Lantai

a. Tebal Pelat Lantai Sistem Dengan Diafragma

$$h_{min} = \frac{l_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$h_{maks} = \frac{l_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36}$$



Gambar 5 Dimensi pelat lantai

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

Ketebalan pelat yang digunakan untuk lantai 1-4 adalah 150 mm karena luas pelat terlalu lebar, dan dalam pemodelan, balok diposisikan di tengah bentang sehingga ukuran L_x dan L_y adalah 300 mm.

K. Koreksi Faktor Redundansi

Sesuai dengan SNI 1726:2019, gaya geser dasar dengan redundansi 1 pada setiap arah harus dikoreksi sebesar 35% untuk setiap tingkat. Gaya geser lantai harus diganti dengan gaya geser pada lantai yang sama dengan redundansi 1 jika nilai gaya geser dengan redundansi 1 pada lantai

tertentu kurang dari 35% gaya geser dasar pada redundansi 1.

Tabel 7 Koreksi *story shear* dengan 35% *base shear* redundansi 1 Model 1 (Tanpa Diafragma) (Sistem Tanpa Diafragma).

Lantai	V _x (kN)	V _y (kN)	35% V _x Base Shear	35% V _y Base Shear	Kontrol	Kontrol
Lt 4	2899,7	2899,7	1052,0	1052,0	✓	✓
Lt 3	2962,2	2962,2	1052,0	1052,0	✓	✓
Lt 2	2994,0	2994,0	1052,0	1052,0	✓	✓
Lt 1	3.005,957	3.005,957	1.052,085	1.052,085	✓	✓
Base	0	0	0	0		

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

Tabel 8 Koreksi *story shear* dengan 35% *base shear* redundansi 1 Model 2 Dengan Diafragma

Lantai	V _x (kN)	V _y (kN)	35% V _x Base Shear	35% V _y Base Shear	Kontrol	Kontrol
Lt4	2.224,292	2.224,292	806,195	806,195	✓	✓
Lt3	2.270,778	2.270,778	806,195	806,195	✓	✓
Lt2	2.294,469	2.294,469	806,195	806,195	✓	✓
Lt1	2.303,416	2.303,416	806,195	806,195	✓	✓
Base	0	0	0	0		

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

L. Analisa Respons Spektrum

Analisis ini merupakan tahapan desain yang harus memenuhi syarat batas SNI 1726:2019. Studi ini telah memperoleh keterlibatan massa gabungan minimal 90% dari massa nyata di setiap arah horizontal ortogonal dari respons yang diperiksa oleh model, yang diperlukan untuk jumlah varians yang memadai. Fitur dari setiap mode dan spektrum respons harus digunakan untuk menghitung nilai untuk setiap parameter desain terkait gaya yang dipertimbangkan, seperti pergeseran naratif, gaya bantalan, dan gaya anggota individual.

Memanfaatkan program ETABS v.20, analisis spektrum respons varian dilakukan.

Setiap model dengan input gaya seismik menjalani analisis spektrum respons varians menggunakan pendekatan Complete Quadratic Combination (CQC) menggunakan respons spektral desain berdasarkan sub-bab 4.3. Sistem penahan gaya gempa harus diberi faktor redundansi (r) pada masing-masing dua arah orthogonal sesuai dengan SNI 1726:2019 butir 7.3.4. Menurut Pasal 7.3.4.2, nilai r dapat diasumsikan sebagai 1 untuk kategori desain seismik D, E, atau F jika setiap level menahan lebih dari 35% gaya geser dasar pada arah yang diperhitungkan. Selain itu, nilai r harus diambil sebagai 1,3.

M. Hasil Analisis Model 1 Tanpa Diafragma

a. Analisis Respons Spektrum Ragam

Menurut SNI 1726:2019, analisis harus dilakukan untuk memastikan rentang getaran alami struktur. Untuk mencapai varians partisipasi massa gabungan minimal 90% dari massa aktual di setiap arah horizontal ortogonal dari respons yang diperhitungkan oleh model, analisis harus mengandung jumlah varians yang cukup. Konstruksi bangunan beton bertulang tanpa sistem diafragma dikenal dengan Model 1 (Tanpa Diafragma). Kombinasi berbagai modalitas keterlibatan massa pada Model 1 (Tanpa Diafragma) telah mencapai 90% (Sum U_x dan Sum U_y) pada mode 5, artinya partisipasi massa memenuhi persyaratan.

Tabel 9 memuat data partisipasi massa dalam modal.

Modal Participating Mass Ratio				
Mode	Periodsec	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
1	2,824	0,7336	8,16E-06	0,02
2	2,741	2,00E-03	0,7514	0,0006
3	2,638	0,0212	0,0006	0,7262
4	0,916	0,1096	2,05E-05	0,0072
5	0,897	0,0001	0,1202	0,0006
6	0,86	0,0057	0,0005	0,1113
7	0,503	0,0379	0,0046	0,0048
8	0,501	0,005	0,0417	8,74E-06
9	0,473	0,004	0,0004	0,0436
10	0,325	0,0001	0,0264	0,0003
11	0,319	0,0258	0,0002	0,0026
12	0,301	0,0028	0,0002	0,0261

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

b. Gaya Geser lantai

Gaya geser dasar, yang didistribusikan di antara setiap lantai untuk setiap arah gempa, dikenal sebagai "gaya geser lantai".

Tabel 10 menampilkan nilai gaya geser lantai yang diperoleh dari pemodelan struktur dengan menggunakan alat analisis struktur

Tingkat	Tinggi (m)	Lokasi	V _x	V _y
			(kN)	(kN)
4	17	Top	1,253,282	1,297,410
		Bottom	1,253,282	1,297,410
3	13	Top	1,350,442	1,400,890
		Bottom	1,350,442	1,400,890
2	9	Top	1,435,556	1,490,822
		Bottom	1,435,556	1,490,822
1	5	Top	1,483,981	1,542,118
		Bottom	1,483,981	1,542,118
0	0	Top	0,000	0,000
		Bottom	0,000	0,000

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

c. Simpangan Antar lantai

Pergeseran lantai adalah variasi nilai lendutan antara lantai atas dan lantai di bawahnya pada pusat massa bangunan. Menurut peraturan SNI 1726:2019, batas ultimit kinerja merupakan satu-satunya batas kinerja untuk pengendalian deviasi antar lantai. Penyimpangan lantai yang diizinkan, seperti yang diberikan dikalikan dengan nilai faktor redundansi, tidak boleh dilampaui oleh varian tingkat desain antar lantai.

Tabel 11 Perhitungan Simpangan antar Lantai (Tanpa Diafragma)

Lantai	h (m)	Perpindahan Elastis (e)		Perpindahan Total (e*Cd)/Ie		Simpangan Antar Lantai (Δ)		Syarat	Cek	Cek	
		X	Y	X	Y	X	Y				Δa/p
		(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(m)	(m)				(m)
4	4	0,014	0,013	0,08	0,07	0,02	0,02	61,54	O	O	
3	4	0,010	0,009	0,05	0,05	0,02	0,02	61,54	O	O	
2	4	0,006	0,006	0,03	0,03	0,02	0,02	61,54	O	O	
1	4,5	0,002	0,002	0,01	0,01	0,01	0,01	76,92	O	O	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

N. Hasil analisis Model 2 (Dengan diafragma)

a. Analisis Respons Spekturm Ragam

Menurut SNI 1726:2019, analisis harus dilakukan untuk memastikan rentang getaran alami struktur. Untuk mencapai varians partisipasi massa gabungan minimal 90% dari massa aktual di setiap arah horizontal ortogonal dari respons yang diperhitungkan oleh model, analisis harus mengandung jumlah varians yang cukup.

Konstruksi bangunan beton bertulang dengan sistem diafragma dikenal dengan Model 2 (Dengan Diafragma). Kombinasi berbagai modalitas untuk keterlibatan massa pada Model 2 (Dengan Diafragma) telah mencapai 90% (Sum Ux dan Sum Uy) pada mode 5, artinya partisipasi massa memenuhi persyaratan.

Tabel 12 Modal Participating Masa Ratio

Modal Participating Mass Ratio				
Mode	Periodsec	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
1	2,578	0,7407	0,0003	0,0093
2	2,524	0,7413	0,7456	0,0125
3	2,391	0,7504	0,749	0,7503
4	0,869	0,877	0,7491	0,7524
5	0,858	0,8772	0,8807	0,7529
6	0,814	0,8792	0,8813	0,8807
7	0,501	0,88	0,9279	0,8811
8	0,498	0,9252	0,9289	0,8824

9	0,473	0,9266	0,9291	0,9282
10	0,331	0,9267	0,9518	0,9284
11	0,324	0,9499	0,9519	0,9296
12	0,31	0,9512	0,952	0,9518

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

b. Gaya Geser Lantai

Gaya geser dasar, yang didistribusikan di antara setiap lantai untuk setiap arah gempa, dikenal sebagai "gaya geser lantai".

Tabel 13 menampilkan nilai gaya geser lantai yang diperoleh dari pemodelan struktur dengan menggunakan alat analisis struktur.

Tingkat	Tinggi (m)	Lokasi	Vx	Vy
			(kN)	(kN)
4	17	Top	1,855,858	1,898,799
		Bottom	1,855,858	1,898,799
3	13	Top	2,009,734	2,058,655
		Bottom	2,009,734	2,058,655
2	9	Top	2,143,936	2,198,146
		Bottom	2,143,936	2,198,146
1	5	Top	2,221,088	2,279,255
		Bottom	2,221,088	2,279,255
0	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

c. Simpangan Antar Lantai

Pergeseran lantai adalah variasi nilai lendutan antara lantai atas dan lantai di bawahnya pada pusat massa bangunan. Menurut peraturan SNI 1726:2019, batas ultimit kinerja merupakan satu-satunya batas kinerja untuk pengendalian deviasi antar lantai.

Tabel 14 Simpangan Antar Lantai (Dengan Diafragma)

Lantai	H (m)	Perpindahan Elastis (e)		Perpindahan Total (e*Cd)/Ie		Simpangan Antar Lantai (Δ)		Syarat
		X	Y	X	Y	X	Y	
		(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(m)	(m)	
4	4	0,012	0,011	0,07	0,09	0,02	0,02	61,54
3	4	0,009	0,008	0,05	0,07	0,02	0,02	61,54
2	4	0,005	0,005	0,03	0,05	0,02	0,02	61,54
1	4,5	0,002	0,002	0,01	0,03	0,01	0,03	76,92
0	0	0	0	0	0	0	0	0

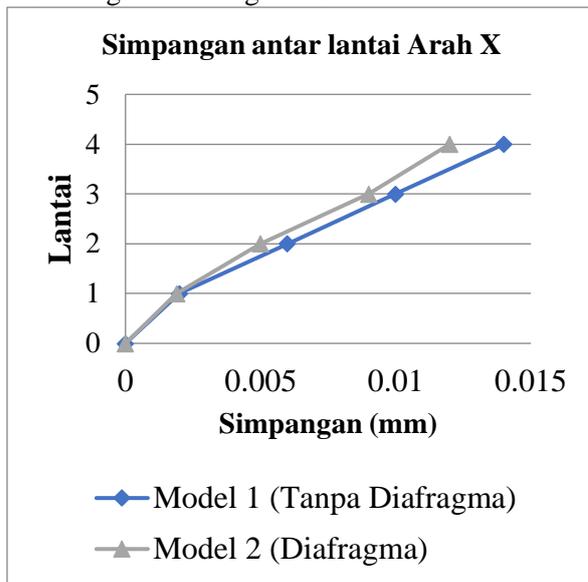
Sumber : Hasil Perhitungan 2022

O. Perbandingan Hasil Pemodelan

a. Perbandingan Simpangan Antar Lantai

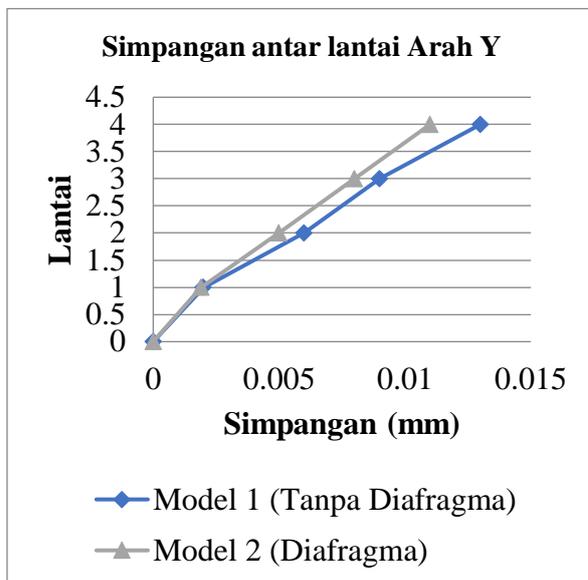
Pergeseran keseluruhan struktur dan perpindahan antar lantai yang terjadi pada Model 1 (Tanpa Diafragma) lebih besar daripada Model 2. Hal ini disebabkan Model 1 (Tanpa Diafragma) menggunakan sistem Tanpa Diafragma, dimana sebagian struktur bangunan hanya ditopang oleh kolom, drop panel, dan pelat lantai serta tidak menggunakan balok. Perpindahan total dan rasio

simpangan antara lantai di setiap model akan dibandingkan dalam grafik berikut:



Gambar 6 Perbandingan simpangan respons spektrum sumbu x antara Model 1 (Tanpa Diafragma), Model 2 (Dengan Diafragma)

Sumber : Hasil Perhitungan 2022



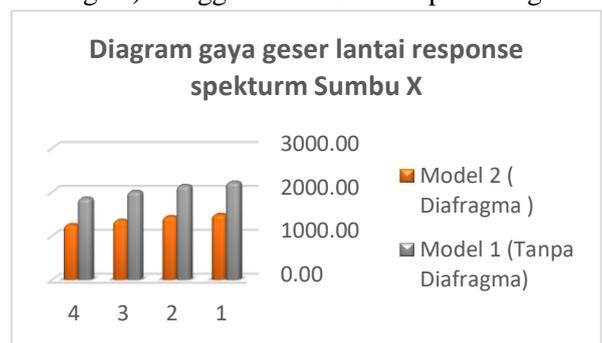
Gambar 7 Perbandingan simpangan respons spektrum sumbu y antara Model 1, Model 2 (Dengan Diafragma)

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

b. Perbandingan Grafik Gaya Geser

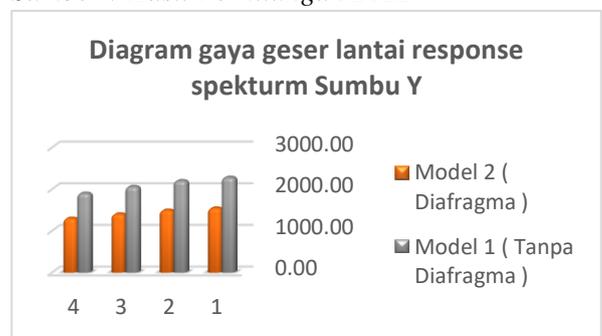
Gaya geser struktur Model 1 (Tanpa Diafragma) lebih besar dibandingkan dengan Model 2, sesuai dengan hasil perhitungan gaya geser (Dengan

Diafragma). Hal ini disebabkan Model 1 (Tanpa Diafragma) menggunakan sistem tanpa diafragma.



Gambar 8 Perbandingan gaya geser dasar respons spektrum sumbu x antara Model 1 (Tanpa Diafragma), Model 2 (Dengan Diafragma).

Sumber : Hasil Perhitungan 2022



Gambar 9 Perbandingan gaya geser dasar respons spektrum sumbu y antara Model 1 (Tanpa Diafragma), Model 2 (Dengan Diafragma).

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

c. Perbandingan Kekakuan Struktur

Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat ketiga lebih kaku daripada dua tingkat di atasnya masing-masing sebesar 60% atau 70% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya, dan lebih besar dari 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau 80 % kekakuan cerita itu. Berdasarkan temuan analisis, model bangunan tidak digambarkan memiliki kelembutan yang berlebihan atau tidak merata, dan Model 2 (Dengan Diafragma) memiliki kekakuan struktur yang lebih tinggi daripada Model 1 (Tanpa Diafragma). Hal ini agar Model 2 (Dengan Diafragma) dapat membuat struktur bangunan lebih kaku dengan menggunakan sistem pelat dua arah yang memanfaatkan balok utama dan balok.

Tabel 15 Perbandingan Kekakuan Struktur

Story 1	Sistem Tanpa Diafragma Model 1		Sistem Dengan Diafragma Model 2	
	Stiffness x kN/m	Stiffness Y kN/m	Stiffness X kN/m	stiffness y kN/m
Story 4	297051,94	330681,71	528581	57006,72
Story 3	323906,16	374156,59	5759664,33	622064,31
Story 2	410835,43	442703,65	666631,41	701757,84
Story 1	669297,51	693204,6	965337,06	972206,57

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

d. Perbandingan Kapasitas Ratio kolom

Rasio kapasitas (R) adalah rasio kekuatan nominal penampang, yang telah dikurangi oleh faktor reduksi (ϕ), terhadap gaya atau momen akhir pada penampang akibat beban terfaktor. Jika rasio kapasitas kurang dari satu atau setidaknya sama dengan satu, struktur dianggap memenuhi persyaratan kekuatan. Dengan rasio 15,83% terhadap bangunan dengan diafragma.

Tabel 16 Perbandingan Kapasitas Ratio Kolom

Lantai	Column Capacity ratio		Persentasi Perbandingan
	Tanpa Diafragma	Dengan Diafragma	
4	0,58	0,49	15,83%
3	0,65	0,57	12,06%
2	0,72	0,65	10,26%
1	0,82	0,74	9,62%

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

P. Pembahasan

Berdasarkan temuan kajian dan pembahasan kedua model yaitu konstruksi rangka pemikul momen unik dengan sistem dengan dan tanpa diafragma, sehingga:

1. Nilai periode struktural masing-masing model adalah sebagai berikut:

- Untuk arah X dan Y, periode getaran struktur Model 1 (Tanpa Diafragma) berturut-turut adalah 2,824 dan 2,741 detik.
- Untuk arah X dan Y, periode getaran struktur Model 2 (Dengan Diafragma) masing-masing adalah 2,578 dan 2,524 detik.

Model 1 (Tanpa Diafragma), konstruksi yang menggunakan sistem Tanpa Diafragma, memiliki nilai periode paling besar. Sebaliknya, konstruksi yang menggunakan sistem diafragma Model 2, memiliki nilai periode paling kecil. Dari sini, dapat disimpulkan bahwa menggunakan sistem

diafragma untuk menahan gaya lateral lebih berhasil.

2. Transfer dari kedua model terus berada di dalam parameter batas aman. Perbedaan dari kedua model tersebut adalah sebagai berikut:

Variasi Model 1 (Tanpa Diafragma) arah X dan Y berturut-turut adalah 0,08 dan 0,07 meter.

Model 2 (Dengan Diafragma) (Dengan sistem Diafragma) memiliki simpangan sebesar 0,09 m pada arah X dan 0,09 m pada arah Y.

Karena adanya rusuk (joists) pada sistem diafragma, maka Model 2 (Dengan Diafragma) merupakan model dengan nilai simpangan terkecil, sesuai dengan nilai simpangan yang didapatkan. Model 1 (Tanpa Diafragma) memiliki penyimpangan terbesar. Tulang rusuk (joist) berdampak pada penguatan kekuatan struktur, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa sistem diafragma lebih efektif dalam menghilangkan penyimpangan yang terjadi pada struktur.

3. Nilai gaya geser dasar untuk kedua model adalah sebagai berikut: • Nilai gaya geser Model 1 (Tanpa Diafragma) adalah 2221,088 kN untuk arah x dan 2279,255 kN untuk arah y.

Gaya geser Model 2 (Dengan Diafragma) adalah 1483,981 kN pada arah x dan 1542,118 kN pada arah y.

Model 1 (Tanpa Diafragma) mengalami gaya geser dasar yang lebih besar daripada Model 2 (Dengan Diafragma). Ini dipengaruhi oleh kepemilikan struktur Model 2 atas seluruh struktur, yang sangat berat (Dengan Diafragma).

4. Rasio kapasitas ratio P/M kolom pada struktur dengan sistim lantai diafragma sesuai Tabel 4.17 adalah secara rata-rata sebesar rasio 11,94 % terhadap struktur tanpa diafragma. Berdasarkan hasil tersebut kolom-kolom pada struktur dengan diafragma memiliki kapasitas dalam menahan gaya aksial dan momen lebih baik dibandingkan dengan struktur tanpa diafragma.

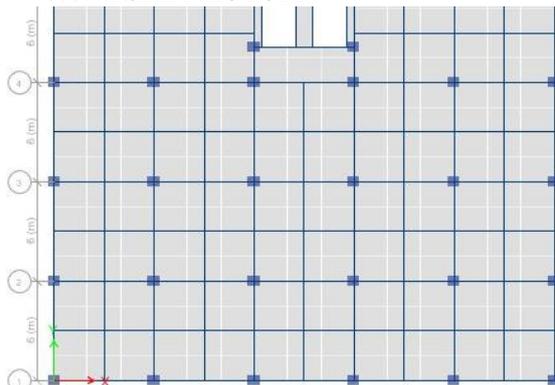
5. Dari hasil perioda getar alami masing-masing kedua model dan perpindahan yang terjadi pada kedua model tersebut dapat disimpulkan bahwa Model 2 (*diafragma*) memiliki tingkat kekakuan yang lebih tinggi dari pada Model 1 (Tanpa Diafragma).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Sesuai hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dari kedua model tersebut yaitu Sistem lantai Universitas Muhammadiyah Jember Dengan Diafragma yang sesuai SNI:1726:2012 dan tingkat reduksi kapasitas kolom saat ada beban gempa bila gedung tanpa diafragma lantai dasar sehingga dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Sistem Lantai Diafragma Rumah Sakit Universitas Muhammadiyah Jember yang sesuai SNI:1726:2012.



Gambar 10 Lantai Diafragma

Sumber : Hasil Etabs v19

Tebal Slab : 10 cm

Uk Balok : 30/50

Uk Kolom : 30/50

2. Tingkat Reduksi Kapasitas Kolom

Rasio Kapasitas kolom pada struktur dengan sistem diafragma terhadap struktur tanpa diafragma adalah 11,9%. Berdasarkan temuan tersebut struktur dengan diafragma memiliki kolom yang lebih mampu menahan gaya aksial dan momen dibandingkan Struktur tanpa diafragma.

b. Saran

Dalam penulisan penelitian ini, saya hanya dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Zona gempa di wilayah Jember dengan tipe tanah sedang dikaji oleh penulis penelitian ini. Penulis percaya bahwa itu dapat dibandingkan dengan tempat-tempat zona seismik tinggi lainnya untuk penelitian di masa depan. sehingga dapat diketahui variasi gaya seismik yang

mempengaruhi perpindahan, gaya geser, momen, dan berbagai dimensi kolom dan balok.

2. Karena penelitian ini menggunakan analisis respons spektrum, maka perlu ditinjau batas plastis dengan menggunakan analisis nonlinier, khususnya statik nonlinier (push-over) dan dinamik nonlinier (analisis riwayat waktu), untuk memastikan titik leleh maksimum dan indeks kehancuran struktur.

3. Disarankan untuk menggunakan bentuk penampang dengan bentuk yang disesuaikan yang diletakkan memanjang ke arah itu untuk memberikan kekakuan struktural ke arah itu. Penggunaan penampang ini melemahkan konstruksi pada arah yang berlawanan.

4. Berdasarkan kemampuan kolom untuk menahan tekanan dan momen aksial, perlu ditinjau bentuk penampang yang paling efisien untuk meningkatkan kapasitas kolom.

6. DAFTAR PUSTAKA

Syarif, H. A., & Djauhari, Z. (2021). *Menganalisis Pengaruh Ketidakberaturan Horizontal Torsi Terhadap Beban Gempa Pada Struktur Gedung Sistem Flat Slab-Drop Panel*. *Jurnal Aptek*, 13(1), 7-13.

Adeswastoto, H., Djauhari, Z., & Suryanita, R. (2017).

Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Berdasarkan ASCE 41-13. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 86-99.