

jurnal suci putri elza

by Suci Putri Elza

Submission date: 10-Aug-2023 02:53PM (UTC+0700)

Submission ID: 2143861961

File name: is_Diaphragma,_Kord,_dan_Kolektor_Pada_Mixed_Use_Building.docx (277.49K)

Word count: 2527

Character count: 15922

ANALISIS DIAGFRAGMA, KORD, DAN KOLEKTOR PADA MIXED USE BUILDING

Suci Putri Elza¹, Erlangga Rizqi Fitriansyah²

¹Prodi Teknik Sipil – Fakultas Teknik - Universitas Mercu Buana – Jakarta

Email : suci.putri@mercubuana.ac.id

²Prodi Teknik Sipil – Fakultas Teknik - Universitas Mercu Buana – Jakarta

Email : erlangga.rf@gmail.com

Abstract

In recent years, the population in Indonesia has been increasing, resulting in a growing demand for housing, shopping centers, office spaces, and so on. To accommodate these needs, buildings in city centers have adopted the concept of mixed-use buildings, which are characterized by the integration of residential, commercial, and recreational facilities within a single structure. Typically, these mixed-use buildings fall into the category of high-rise buildings, where each floor serves various functions. The seismic lateral load has received significant attention from structural designers of tall buildings. Diaphragms, chords, and collectors are structural components that have recently gained attention as they play a crucial role in stabilizing and transferring lateral seismic forces between the floor system and the vertical elements that resist seismic pressure.

This research focuses on the technology readiness level (TKT1) and aims to compare the design forces of diaphragms between floors and the reinforcement details of diaphragm components. It also aims to compare the design forces of collectors between floors and the reinforcement details of collectors. Furthermore, it investigates the impact of diaphragm inspection on structural elements such as beams, slabs, columns, and shear walls in mixed-use buildings.

The research findings reveal that different functions of buildings result in varying structural element details. This leads to differences in the design forces of diaphragms, chords, and collectors, thereby affecting the need for additional reinforcement for each building function..

Keyword: Mixed Use Building; Diafragma; Kord; Kolektor

Abstrak

Pada beberapa tahun terakhir, jumlah penduduk di Indonesia mengalami peningkatan. Hal tersebut berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan terhadap tempat tinggal, pusat perbelanjaan, perkantoran, dan sebagainya. Agar dapat mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan tersebut, bangunan-bangunan di pusat kota sudah menerapkan konsep *mixed use building* yang memiliki ciri khas berupa adanya fasilitas hunian, komersial, dan rekreasi pada satu bangunan. Pada umumnya bangunan dengan konsep mixed use building ini termasuk ke dalam kategori high rise building dimana setiap lantainya memiliki fungsi yang bermacam-macam. Beban lateral gempa memiliki perhatian oleh para perencana struktur terhadap bangunan-bangunan tinggi. Diafragma, kord, dan kolektor, berfungsi untuk menstabilkan dan meneruskan gaya gempa lateral antara sistem lantai dan sistem elemen vertikal penahan tekanan gempa, merupakan beberapa komponen struktur yang akhir-akhir ini menarik perhatian.

Penelitian ini berada pada tingkat kesiapan teknologi TKT1 dimana bertujuan untuk mengetahui perbandingan gaya desain diafragma antar lantai dan detail penulangan pada komponen diafragma, perbandingan gaya desain kolektor antar lantai dan detail penulangan pada kolektor, serta pengaruh pemeriksaan diafragma terhadap elemen struktur balok, pelat, kolom, dan *shear wall* pada bangunan *mix use building*.

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa fungsi bangunan yang berbeda-beda menghasilkan detail elemen-elemen struktur yang berbeda-beda. Hal tersebut mengakibatkan perbedaan gaya desain diafragma, kord, dan kolektor, sehingga berpengaruh terhadap kebutuhan tulangan ekstra dari setiap fungsi bangunan.

Kata kunci: Mixed Use Building; Diafragma; Kord; Kolektor;

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu negara dengan jumlah penduduk terbanyak di dunia, belakangan ini jumlah penduduk Indonesia terus bertambah. Menurut laporan Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk meningkat 1,13%. Jumlah penduduk Indonesia adalah 272,68 juta pada pertengahan tahun 2021 dan 275,77 juta pada pertengahan tahun 2022. Hal tersebut berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan terhadap tempat tinggal, pusat perbelanjaan, perkantoran, dan sebagainya. Agar dapat mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan tersebut, bangunan-bangunan di pusat kota sudah menerapkan konsep mixed use building yang memiliki ciri khas berupa adanya fasilitas hunian, komersial, dan rekreasi pada satu bangunan. Pada umumnya bangunan dengan konsep mixed use building ini termasuk ke dalam kategori high rise building dimana setiap lantaiannya memiliki fungsi yang bermacam-macam.

Beban lateral gempa memiliki perhatian lebih oleh para perencana struktur terhadap bangunan-bangunan tinggi, dimana hal tersebut dapat dilihat bahwa dalam 20 tahun terakhir sudah dilakukan perubahan terhadap peraturan gempa SNI 03-1726-2002 disusul SNI

1726:2012 dan terakhir ini SNI 1726:2020. Diafragma, akord, dan kolektor, yang berfungsi untuk menstabilkan dan meneruskan gaya gempa lateral antara sistem lantai dan sistem elemen vertikal penahan tekanan gempa, merupakan beberapa komponen struktur yang akhir-akhir ini menarik perhatian. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis elemen-elemen struktur tersebut terhadap bangunan dengan konsep *mixed use building*.

¹² Diantara tujuan yang ingin dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

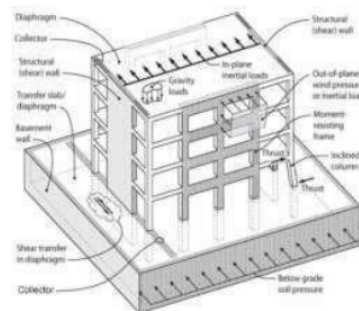
1. Untuk mengetahui perbandingan gaya desain diafragma antar lantai dan detail penulangan pada komponen diafragma.
2. Untuk mengetahui perbandingan gaya desain kolektor antar lantai dan detail penulangan pada kolektor.
3. Untuk mengetahui pengaruh pemeriksaan diafragma terhadap elemen struktur balok, pelat, kolom, dan *shear wall*.

METODE PENELITIAN

Diafragma

SNI 1726:2019 pasal 3.12 menjabarkan bahwa diafragma merupakan sistem atap, lantai, membran, atau bresing yang berfungsi untuk menyalurkan gaya-gaya lateral ke elemen vertikal pemikul beban lateral. Pada suatu diafragma gaya yang terjadi disebabkan oleh penyaluran gaya gempa dari elemen-elemen vertikal pemikul gaya gempa yang berada di atas diafragma ke elemen-elemen vertikal pemikul gaya gempa di bawahnya, karena adanya pergeseran dalam penempatan elemen-elemen vertikal tersebut atau adanya perubahan kekakuan lateral relatif pada elemen-elemen vertikal tersebut.

1 Desain diafragma diperuntukkan untuk tegangan geser dan lentur yang dihasilkan dari gaya desain. ketidaksinambungan pada bukaan dan sudut dalam desain harus menjamin bahwa disipasi atau transfer gaya tepi (kord) terkombinasi dengan gaya lainnya dalam diafragma tidak boleh melebihi kapasitas geser dan tarik diafragma.



Gambar 1. Modelisasi Elemen Struktur Diafragma

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat diantara peran diafragma, antara lain:

1. Menahan gaya bidang (*in-plane forces*) baik akibat beban angin, beban gempa (inersia), dan beban lateral tanah (untuk basement).
2. Menahan gaya transfer akibat perbedaan properti kekakuan elemen vertikal sepanjang tinggi struktur. Seperti peralihan podium ke tower mengakibatkan gaya transfer yang besar melalui diafragma podium.
3. Menahan gaya keluar bidang (*out of plane*) akibat gempa dan angin (ditahan oleh sambungan antara diafragma dan dinding).
4. Menahan gaya gravitasi.

5. Menahan gaya dorong akibat kolom miring yang diakibatkan oleh konfigurasi arsitektural(diafragma harus mampu menahan gaya horizontal tarik atau tekan yang diakibatkan).

6. Diafragma menerima gaya transfer dari elemen vertikal yang berbeda sesuai dengan kompatibilitas perpindahan (*displacement compatibility*).

⁵ SNI 1726:2019 pasal 7.10.1.1, menjabarkan gaya desain diafragma diambil dari nilai terbesar antara:

1. Gaya desain seismik dari analisis struktural (F_i) (CQC)
2. Gaya desain diafragma F_{px}

$$F_{px} = \frac{\sum_{i=x}^n F_i}{\sum_{i=x}^n w_i} w_{px} \dots\dots\dots (1)$$

¹ Keterangan:

F_{px} = gaya pada desain diafragma di tingkat-x;
 F_i = gaya pada desain yang diterapkan di tingkat-i;
 w_i = total tributari berat sampai tingkat-i;
 w_{px} = total tributari berat sampai diafragma di tingkat-x.

Gaya desain diafragma F_{px} , menggambarkan percepatan dari suatu diafragma dalam bangunan. Gaya tersebut pada umumnya lebih besar dari gaya lantai akibat statik ekuivalen (F_x) pada seluruh lantai di bawah atap.

Gaya yang ditetapkan pada persamaan 1 tidak kurang dari persamaan batas bawah (*lower bound*) berikut:

² $F_{px,min} = 0,2 \text{ SDS } I_e W_{px} \dots\dots\dots (2)$

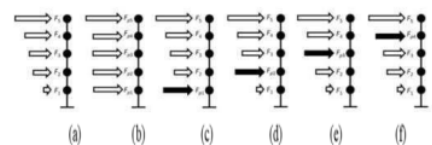
Dan tidak melebihi dari persamaan batas atas (*upper bound*) berikut:

$F_{px,max} = 0,4 \text{ SDS } I_e W_{px} \dots\dots\dots (3)$

Batas bawah berguna untuk mengantisipasi potensi “*underestimation*” terhadap gaya diafragma pada bangunan akibat “*higher-mode effect*”. Ini penting khususnya untuk sistem dengan faktor modifikasi respon, R , yang besar, karena reduksi dari respon lebih efektif pada mode pertama ketimbang mode lainnya. Persamaan batas atas mengatur untuk

sistem dengan R yang kecil. Penggunaan F_{px} pada seluruh diafragma dalam satu analisis akan memberikan gaya geser dan momen guling pada dinding dan rangka yang “*overestimate*”, karena gaya F_{px} tidak dianggap bekerja bersamaan.

Pembebanan diafragma menggunakan suatu pendekatan dalam melakukan analisis terhadap kombinasi gaya transfer dan gaya inersia yaitu dengan melakukan analisis bangunan terpisah untuk setiap diafragma, dengan mensubstitusi gaya tingkat F_x dengan gaya diafragma F_{px} pada lantai yang ditinjau. Gaya desain diafragma ini diaplikasikan per lantai (*one floor at a time*), dan lantai lainnya diaplikasikan gaya CQC. F_{px} tidak perlu dikenai lagi gaya gempa CQC dan kombinasi pembebanan awal menggunakan faktor redundansi (ρ) yang sesuai dengan faktor redundansi struktural.



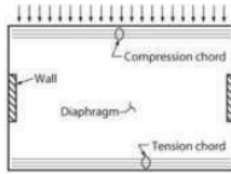
Gambar 2. Pembebanan Diafragma

Keterangan:

- (a) Gaya gempa desain CQC
- (b) Gaya gempa F_{px} yang dihitung
- (c) Aplikasi gaya desain diafragma di lantai 1 (*one floor at a time*)
- (d) Aplikasi gaya desain diafragma di lantai 2 (*one floor at a time*)
- (e) Aplikasi gaya desain diafragma di lantai 3 (*one floor at a time*)
- (f) Aplikasi gaya desain diafragma di lantai 4 (*one floor at a time*)

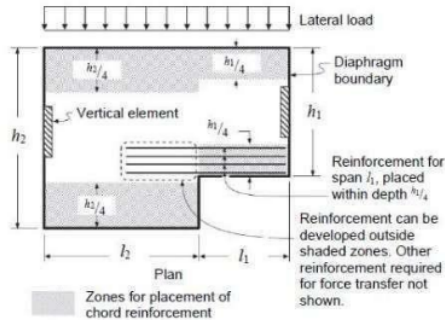
Kord²

Kord merupakan bagian dari diafragma yang terletak diujung-ujung (tegak lurus arah beban lateral yang berfungsi seperti boundary pada dinding geser. Kord ini merupakan balok atau pelat lantai yang posisinya berada pada tepi bangunan sebagai penahan gaya tarik dan tekan akibat adanya gaya gempa pada diafragma.



Gambar 3. Lokasi kord pada diafragma

Penulangan kord tarik akibat momen harus diletakkan selebar $h/4$ dari tepi tarik diafragma. Ketika kedalaman diafragma berubah sepanjang bentangnya, diperbolehkan menempatkan panjang penyaluran ke segmen diafragma di dekatnya yang tidak masuk ke dalam batas $h/4$ segmen tersebut.



Gambar 4. Area penulangan kord pada diafragma

Ketika tulangan kord diposisikan pada tepi diafragma, persamaan untuk menghitung area tulangan tarik kord ($\phi=0.9$) yaitu:

$$A_s = \frac{T_u}{\phi f_y} \dots \dots \dots (4)$$

Penulangan kord biasanya diletakkan pada tengah tebal pelat atau balok, untuk mengurangi kontribusi kuat lentur pelat dan balok. Berdasarkan NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 3, Ketika kord diposisikan selebar balok, kord dan balok ditujukan untuk menahan efek orthogonal, sehingga tulangan yang sama dapat menahan momen akibat beban di satu arah dan gaya tarik kord pada arah tegak lurus. Pada umumnya, apabila balok merupakan bagian dari rangka penahan momen khusus, kebutuhan tulangan longitudinal akan cukup untuk kebutuhan kord.

Kolektor

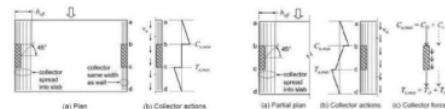
Suatu elemen struktur yang berfungsi mentransfer gaya dari diafragma ke elemen vertikal ataupun dari elemen vertikal ke diafragma, serta gaya lateral dari satu bagian penahan lateral ke elemen penahan lateral lainnya dinamakan kolektor.



Gambar 5. Elemen Kolektor Pada Diafragma

Elemen-elemen yang dapat dikategorikan sebagai kolektor antara lain:

1. Elemen tarik dan tekan yang menerima gaya geser dari diafragma dan mentransfer gaya tersebut ke elemen vertikal.
2. Pada area transisi podium dapat dijumpai elemen kolektor yang mentransfer gaya dari elemen vertikal ke diafragma
3. Balok dan pelat. Kolektor yang berfungsi sebagai area pelat yang luas sering disebut *distributed collectors*.
4. Elemen kolektor dapat disandingkan dengan lebar yang sama dengan dinding, namun pada beberapa kondisi akibat keterbatasan ketebalan atau gaya transfer yang besar, kolektor harus disebar sepanjang beff.
5. Lebar sebaran tulangan kolektor (beff) tidak diatur dalam peraturan namun dapat diambil tidak perlu diambil lebih lebar dari lebar dinding ditambah setengah panjang kontak diafragma dan dinding seperti pada Gambar 6. dibawah.
6. Transfer gaya dengan mekanisme geser friksi harus ditinjau pada kasus ini.



Gambar 6. Area Penulangan Kolektor Dan Pembebanan Pada Diafragma

SNI 1726:2019 pasal 7.10.2.1 meguraikan, Gaya desain elemen kolektor ditentukan sebagai berikut:

1. Gaya-gaya yang dihasilkan dari aplikasi F_x pada struktur dalam kombinasi pembebanan yang menggunakan faktor kuat lebih Ω_0 .
2. Gaya-gaya yang dihasilkan dari aplikasi F_{px} pada struktur dalam kombinasi pembebanan yang menggunakan faktor kuat lebih Ω_0 .
3. Gaya-gaya yang dihasilkan dari aplikasi $F_{px,min}$ pada struktur dalam kombinasi pembebanan dasar (tanpa menggunakan faktor kuat lebih Ω_0).

Dalam desain kolektor terhadap tarik (yang sangat bergantung pada kekuatan tarik tulangan), kolektor harus didesain sedemikian rupa sehingga tulangan longitudinal pada area sambungan (*splices*) dan juga pengankuran memiliki satu dari dua poin berikut:

1. jarak pusat ke pusat minimum sebesar tiga diameter batang tulangan longitudinal, namun tidak kurang dari 40 mm, dan selimut bersih beton minimum sebesar dua setengah diameter batang tulangan longitudinal, tapi tidak kurang dari 50 mm.
2. Tulangan transversal tidak boleh kurang dari nilai terkecil dibawah ini:

$$A_{v,min} = 0,062 \sqrt{f_c} \frac{b_v s}{f_{yt}} \text{ dan } (0,35 b_v s) / f_{yt} \dots \dots \dots (5)$$

kecuali mengikuti persyaratan tulangan transversal akibat tegangan tekan terlampaui

HASIL DAN PEMBAHASAN

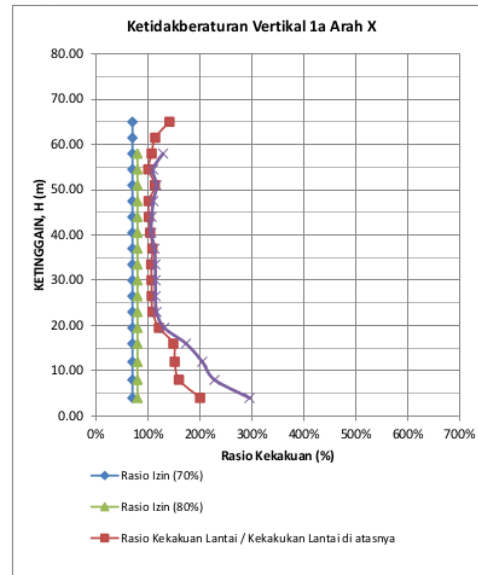
Pada gedung dengan konsep *mixed use building* ini, terdapat perubahan luasan lantai yang cukup besar antara tower ke podiumnya. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan pemeriksaan terlebih dahulu terhadap ketidakberaturan horisontal dan ketidakberaturan vertikal.

Hasil pengecekan ketidakberaturan horizontal, disajikan dalam Tabel 1 berikut:

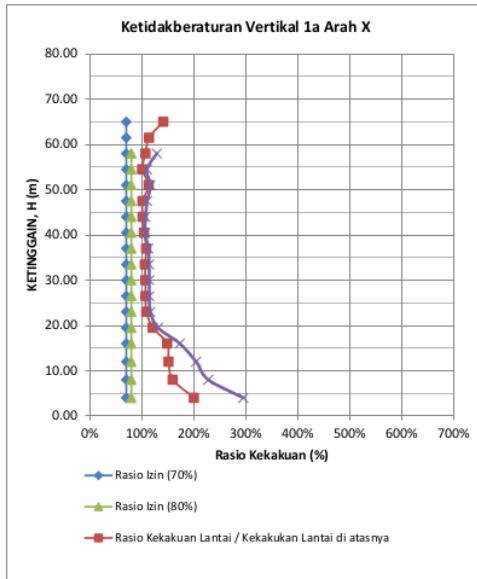
Tabel 2. Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal

	Tipe dan Penjelasan Ketidakberaturan	Status
1a.	Ketidakteraturan torsi	Tidak Ada
1b.	Ketidakteraturan torsi berlebihan	Tidak Ada
2.	Ketidakteraturan sudut dalam	Tidak Ada
3.	Ketidakteraturan diskontinuitas diafragma.	Tidak Ada
4.	Ketidakteraturan pergeseran melintang terhadap bidang	Tidak Ada
5.	Ketidakteraturan sistem nonparalel	Tidak Ada

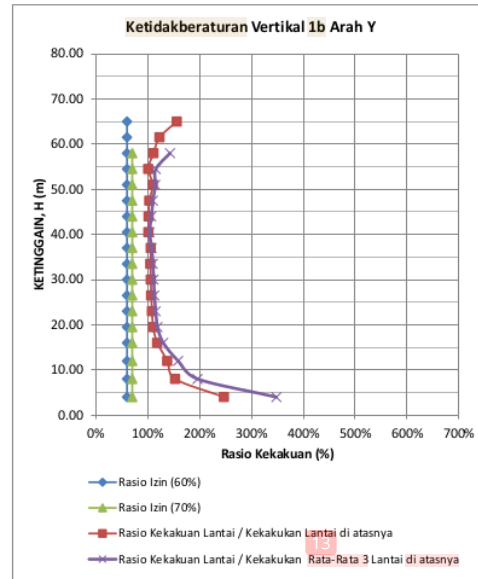
Ketidakteraturan kekakuan tingkat lunak didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Pengecualian jika terjadi kondisi berikut yaitu ketidakteraturan tidak ada jika drift ratio tingkat tidak lebih besar dari 1,3 kali rasio drift tingkat di atas.



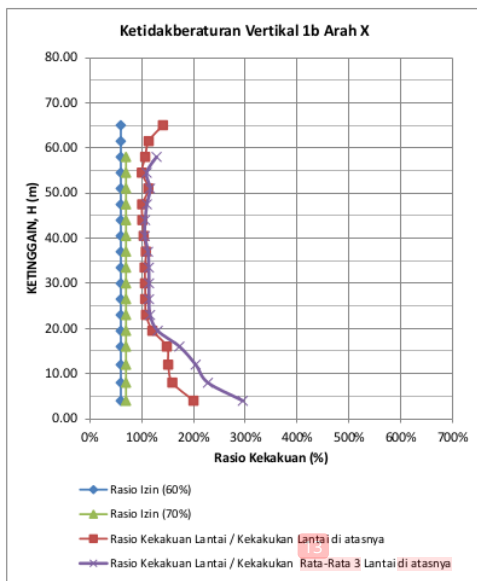
Gambar 7. Pemeriksaan Ketidakteraturan 1a Arah X



Gambar 8. Pemeriksaan Ketidakberaturan 1a Arah X



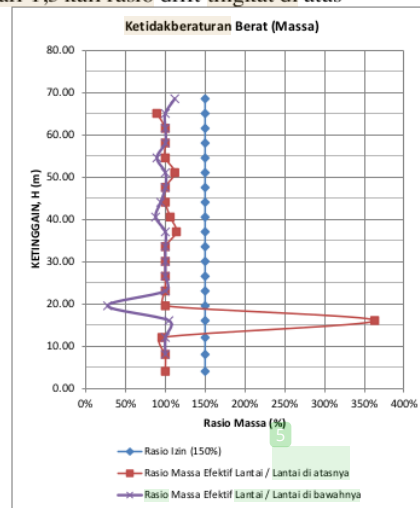
Gambar 10. Pemeriksaan Ketidakberaturan 1b Arah X dan Y



Gambar 9. Pemeriksaan Ketidakberaturan 1b Arah X dan Y

1 Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 60% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Pengecualian jika terjadi kondisi berikut yaitu ketidakberaturan tidak ada jika drift ratio tingkat tidak lebih besar dari 1,3 kali rasio drift tingkat di atas.

4 Ketidakberaturan berat (massa) ada jika massa efektif dari suatu tingkat lebih dari 150% massa efektif dari tingkat yang berdekatan. Pengecualian jika terjadi kondisi berikut yaitu ketidakberaturan tidak ada jika drift ratio tingkat tidak lebih besar dari 1,3 kali rasio drift tingkat di atas



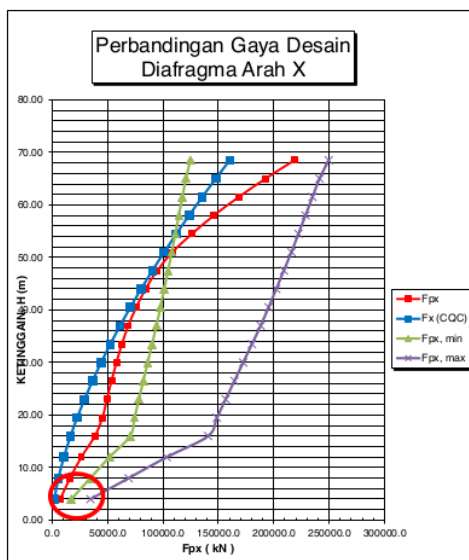
Gambar 11. Pemeriksaan Ketidakberaturan Massa

10 Berdasarkan Tabel 14 pada SNI 1726: 2019, ketidakberaturan vertikal pada struktur harus dicek. Berikut tabel hasil pengecekan ketidakberaturan vertikal.

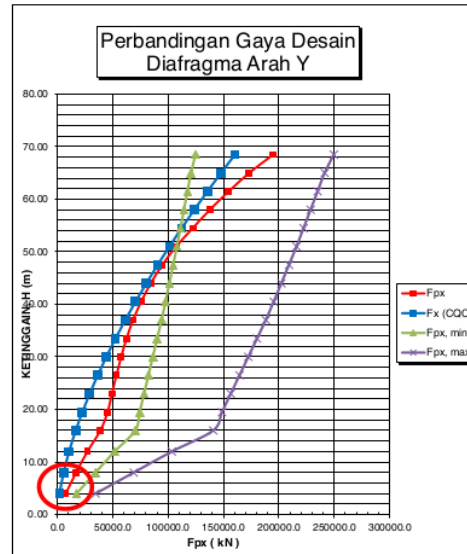
3 **Tabel 2.** Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal

	Tipe dan Penjelasan Ketidakberaturan	Status
1a.	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak	Tidak Ada
1b.	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan	Tidak Ada
2.	Ketidakteraturan Berat (Massa)	ada
3.	Ketidakteraturan Geometri Vertikal	ada
4.	Diskontinuitas Arah Bidang dalam Ketidakteraturan Elemen Penahan Gaya Lateral Vertikal	Tidak Ada
5a.	Diskontinuitas dalam Ketidakteraturan Kuat Lateral Tingkat	Tidak Ada
5b.	Diskontinuitas dalam Ketidakteraturan Kuat Lateral Tingkat yang Berlebihan	Tidak Ada

Pada Tabel 2 diatas, diketahui terjadi ketidakberaturan vertikal pada struktur pada lantai 5. Hal tersebut umum terjadi pada bangunan yang terdapat tower dan podium, diperlukan pemeriksaan diafragma, kord, dan kolektor pada lantai 5 tersebut.



Gambar 12. Perbandingan Gaya Desain Diafragma Arah X



Gambar 13. Perbandingan Gaya Desain Diafragma Arah Y

11 KESIMPULAN

Berdasarkan pemeriksaan dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Gaya desain diafragma pada bangunan mix used building ini dapat diambil dari 2 tipe gaya desain yaitu gaya gempa fpx dan fpx min. Hal tersebut akan mempengaruhi penulangan diafragma yaitu pada pelat perlu diberikan tambahan penulangan terutama pada lantai yang berfungsi sebagai office dan apartment karena pada lantai-lantai tersebut direncanakan menggunakan ketebalan pelat yang relatif tipis yaitu sebesar 120 mm dan 130 mm.
2. Gaya desain kolektor terbesar terjadi pada lantai yang menghubungkan podium dengan tower. Dengan adanya gaya desain kolektor tersebut mengakibatkan dibutuhkan penambahan tulangan pada pelat dengan bentangan tertentu tergantung dengan jumlah tulangannya. Pada lantai 5, diperlukan penambahan tulangan pada pelat menggunakan tulangan D10-100 dispanjang bentang 3,3 m.
3. Pemeriksaan terhadap diafragma, kord, dan kolektor ini akan mempengaruhi desain elemen-elemen struktur lainnya. Umumnya akan mengakibatkan penambahan tulangan, terutama di area disekitar shearwall dimana pada elemen tersebut menyalurkan dari elemen struktur vertikal ke elemen horisontal.

DAFTAR PUSTAKA

Budiono, Bambang, dkk. (2017):
"Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus di Jakarta", Cetakan 1, Penerbit ITB, Bandung.

American Society of Civil Engineers (ASCE). (2016). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. ASCE 7-16. Reston, VA : ASCE.

Imran, I., dan Hendrik, F. (2014): *"Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang"*, Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung.

Imran, I., dan Zulkifli, E. (2014): *"Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang"*, Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung.

Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2012). *NEHRP Recommended Seismic*

Provision Design Example. Washington, D.C.: FEMA.

National Institute of Standard and Technology (NIST). (2010). *NEHRP Seismic Design of Cast-in-place Concrete Diaphragms Chord and Collector*. NIST GCR 10-917-4. California.

S. K. Ghosh. (2009). *Seismic Design of Diaphragms*.

Standard Nasional Indonesia (SNI). (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung*. SNI 1726:2019. Bandung: Badan Standarisasi Indonesia.

Standard Nasional Indonesia (SNI). (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. SNI 2847:2019. Bandung: Badan Standarisasi Indonesia

jurnal suci putri elza

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

20%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.ummat.ac.id

Internet Source

6%

2

repository.its.ac.id

Internet Source

3%

3

jurnal.untan.ac.id

Internet Source

2%

4

qdoc.tips

Internet Source

2%

5

dspace.uii.ac.id

Internet Source

1%

6

123dok.com

Internet Source

1%

7

media.neliti.com

Internet Source

1%

8

repository.unibos.ac.id

Internet Source

1%

9

herbycalvinpascal.files.wordpress.com

Internet Source

1%

10	Submitted to Universitas Bung Hatta Student Paper	1 %
11	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
12	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta Student Paper	<1 %
13	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
14	core.ac.uk Internet Source	<1 %
15	"Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures", American Society of Civil Engineers (ASCE), 2017 Publication	<1 %
16	www.neliti.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches Off