

## STUDI KASUS PERENCANAAN KOMBINASI SISTEM PRACETAK DENGAN ISOLASI DASAR PADA APARTEMEN PANCORAN RIVERSIDE II

Martinus Nifotuhu Fau<sup>1</sup>, Hari Nugraha Nurjaman<sup>2</sup>

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

Email: martinus.nifotuhofau@uki.ac.id

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Persada Indonesia YAI, Jakarta

Email: hari\_nurjaman37@yahoo.com

Masuk: 29-09-2023, revisi: 21-10-2023, diterima untuk diterbitkan: 31-10-2023

### ABSTRAK

Perkembangan dan penerapan sistem pracetak kinerja tinggi dengan konsep perencanaan berbasis preskriptif, sepenuhnya sudah diproduksi secara lokal di Indonesia. Namun sistem pracetak yang menggunakan isolasi dasar terutama pada bangunan bertingkat memerlukan kajian yang lebih dalam untuk mengetahui perilaku dan kinerja bangunan secara keseluruhan. Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan suatu struktur yang menggunakan kombinasi sistem pracetak dan isolasi dasar dengan menggunakan studi kasus Apartemen Pancoran Riverside II yang berlokasi di Jakarta dan terdiri dari area tower 32 lantai dan podium 6 lantai. Pemodelan struktur dilakukan dengan 2 model, pertama dengan struktur tower yang dimodelkan menjadi satu kesatuan dengan podium dan isolasi dasar dipasang disemua kolom dan dinding struktural, model kedua dengan struktur tower yang dipisahkan atau dilatasi dengan struktur podium dan isolasi dasar hanya dipasang pada kolom area podiumnya saja. Penggunaan sistem isolasi dasar dapat menggeser perioda struktur menjadi lebih besar, sehingga diperoleh gaya geser dasar yang lebih kecil. Pada kedua model yang telah dilakukan analisis, diperoleh bahwa untuk model pertama karena pada bangunan sudah cukup tinggi (tinggi total 121,6 m), maka perioda natural struktur juga sudah cukup besar sehingga efek pergeseran periode struktur tidak terlalu efektif, sedangkan pada model kedua yang isolasi dasar dipasang hanya area podium (tinggi total 19,2 m) masih dapat memanfaatkan penurunan gaya geser dasar ini dengan signifikan.

**Kata kunci:** pracetak, isolasi dasar, desain seismik.

### ABSTRACT

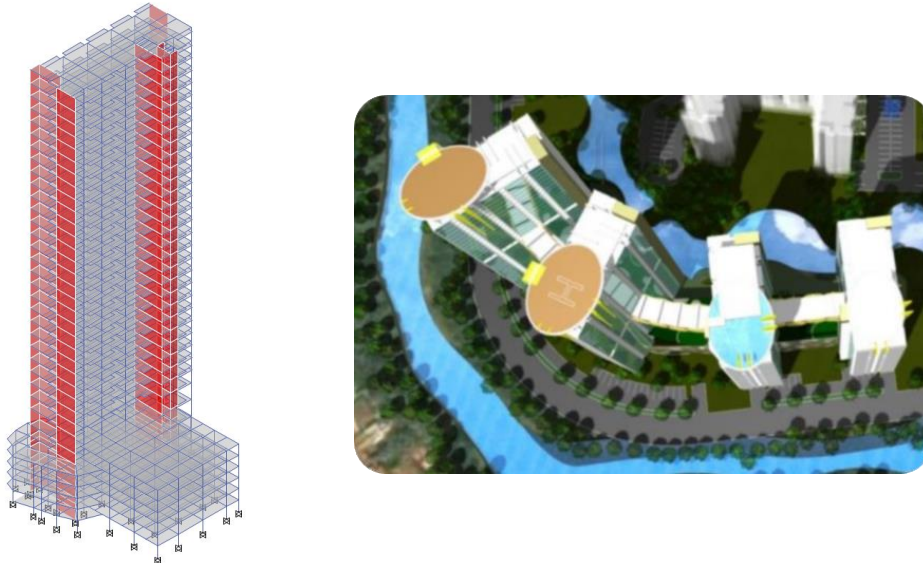
*The development and application of high-performance precast systems with prescriptive planning concepts and regimes, it is fully produced locally in Indonesia. However, precast systems that use base isolation, especially in high-rise buildings, need a deeper study to determine the overall behavior and performance of the building. The purpose of this study is to plan a structure that uses a combination of precast and base isolation systems with a case study of a high-rise building, namely the Pancoran Riverside II Apartment, which is located in Jakarta and consists of a tower area of 32 floors and a podium area of 6 floors. Structural modeling was carried out with 2 models, the first with the tower structure modeled as one unit with a podium and base isolation installed on all structural columns and walls, the second model with the tower structure separated or dilated with the podium structure and base isolation only installed on the columns in the podium area only. The use of a base isolation system can shift the period of the structure to a greater extent, resulting in a smaller base shear force. In the two models that have been analyzed, it was found that for the first model, because the building is already quite tall (total height 121.6 m), the natural period of the structure is also large enough so that the effect of shifting the period of the structure is not very effective, whereas in the second model the base isolation installed only in the podium area (total height 19.2 m) can still take advantage of this significant reduction in base shear force.*

**Keywords:** precast, base isolation, seismic design.

## 1. PENDAHULUAN

Penerapan sistem struktur pracetak di Indonesia telah berkembang sudah cukup masif, baik untuk bangunan gedung juga pada infrastruktur seperti jalan dan jembatan. Namun untuk sistem gedung pracetak yang menggunakan isolasi dasar masih memerlukan kajian lebih

banyak untuk mengetahui perilaku dan kinerja struktur. Pada penelitian ini studi kasus yang akan digunakan adalah gedung Apartemen Pancoran Riverside II yang terdiri dari area tower 32 lantai dan podium 6 lantai, yang berada di Jakarta seperti terlihat pada Gambar 1.



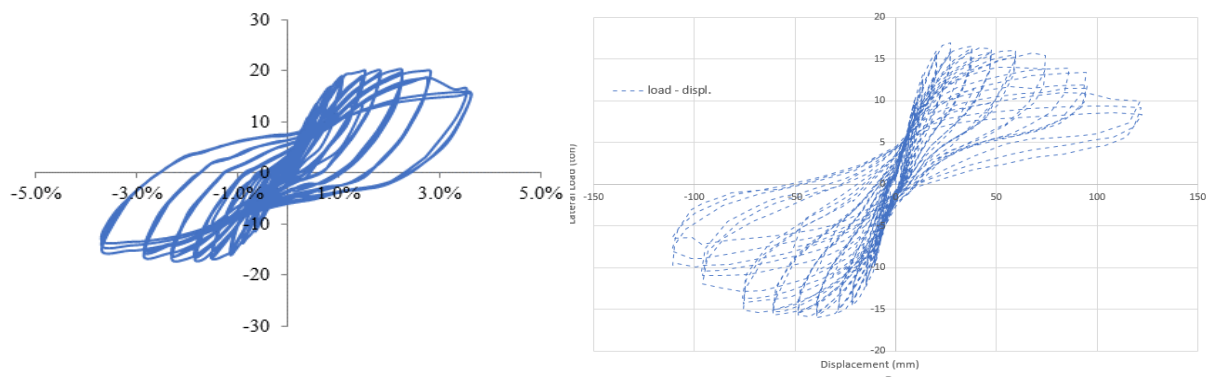
**Gambar 1.** Model 3D bangunan gedung Apartemen Pancoran Riverside II

Penelitian mengenai sistem struktur pracetak dan sistem isolasi dasar telah beberapa dilakukan dan diperoleh bahwa kombinasi sistem pracetak yang menggunakan isolasi dasar dapat meningkatkan kinerja struktur (Nurjaman, dkk., 2022). Pada penelitian ini dilakukan lebih lanjut untuk melihat pengaruhnya terhadap studi kasus yang ditinjau dengan membandingkan responsnya dengan model yang digabung antara podium dan tower dengan model yang hanya digunakan isolasi dasar pada area podiumnya dan dilakukan dilatasi terhadap tower tumpuan terjepit.

## **2. SISTEM PRACETAK BETON KINERJA TINGGI**

Sebelum sistem pracetak digunakan, sistem struktur beton pracetak harus divalidasi melalui pengujian yang dilakukan sesuai SNI 7834:2012 yang sebagian besar mengadopsi ketentuan dari ACI 374.1-05 dimana terdapat 3 syarat utama yakni dari aspek kekuatan, kekakuan dan disipasi energi pada sistem sambungan. Benda uji harus disiapkan untuk mewakili setiap konfigurasi karakteristik balok dan kolom yang berpotongan pada rangka momen. Sambungan interior dan eksterior dari sistem rangka pracetak yang diusulkan harus memenuhi kriteria penerimaan yang dinyatakan sehingga rangka dapat diklasifikasikan sebagai sistem rangka momen khusus.

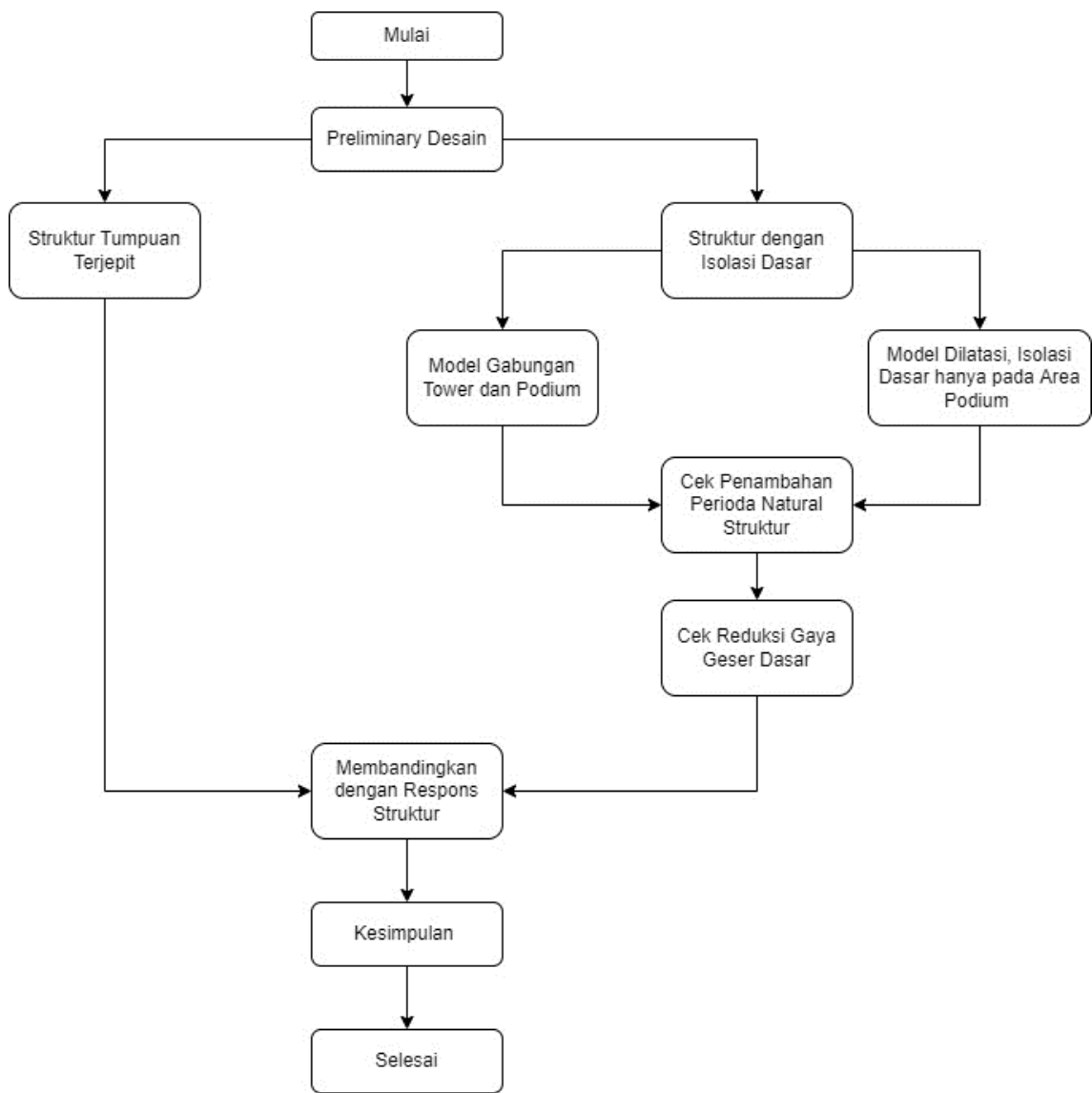
Modul yang diuji telah dipersiapkan sesuai ACI 550.3-13, sistem sambungan ini memiliki kemampuan untuk *self centering*. Gambar 2. dibawah ini menunjukkan kurva histeresis hasil pengujian siklik sambungan kolom balok dengan menggunakan 50% dan 75% tendon paska tarik. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa semakin tinggi peresentasi prategang maka semakin tinggi pula kemampuan *recentering* nya. Dengan tendon paska tarik 50% efek *recentering* masih efektif hingga tingkat Design Basis Earthquake (DBE) atau simpangan 2.2%, sedangkan pada tendon paska tarik 75% efek *recentering* nya masih efektif sampai gempa Maximum Considered Earthquake (MCE) atau simpangan 3.5%.



**Gambar 2.** Hasil kurva histeresis: (a) 50% tendon paska tarik; (b) 75% tendon paska tarik

### 3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian, alur analisis yang akan dilakukan adalah seperti terlihat pada Gambar 3 yang menunjukkan bagan alir sebagai berikut.



**Gambar 3.** Bagan Alir Penelitian

### 3.1. Desain Struktur Bangunan Tanpa Isolasi Dasar

Untuk tahap awal, bangunan ini dirancang dengan peraturan desain yang berbasis preskriptif dengan struktur yang dianalisis adalah masih tanpa perangkat isolasi dasar dan akan dibahas pada bagian ini mulai dari ragam getar, perioda natural, berat seismik efektif dan gaya geser desain seismik.

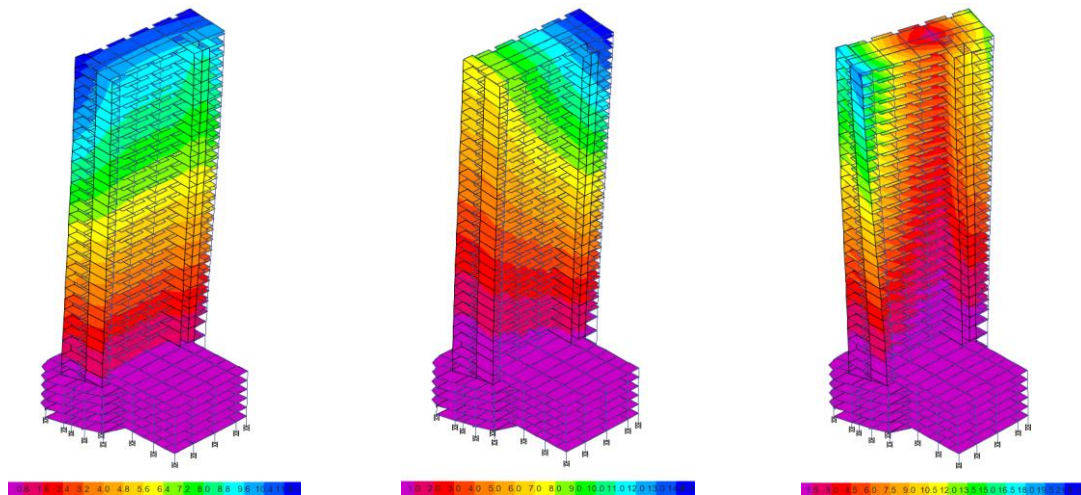
### 3.2. Ragam Getar dan Perioda Natual Struktur

Ragam getar struktur sudah cukup ideal dengan mode pertama dan kedua adalah translasi dan mode ketiga rotasi. Seperti terlihat pada Gambar 4 berikut ini.

Mode 1 (UX): 4.4195 detik

Mode 2 (UY): 3.9165 detik

Mode 3 (RZ): 3.9060 sec



Gambar 4. Ragam getar dan perioda natural struktur

### 3.3. Berat Seismik Efektif Bangunan

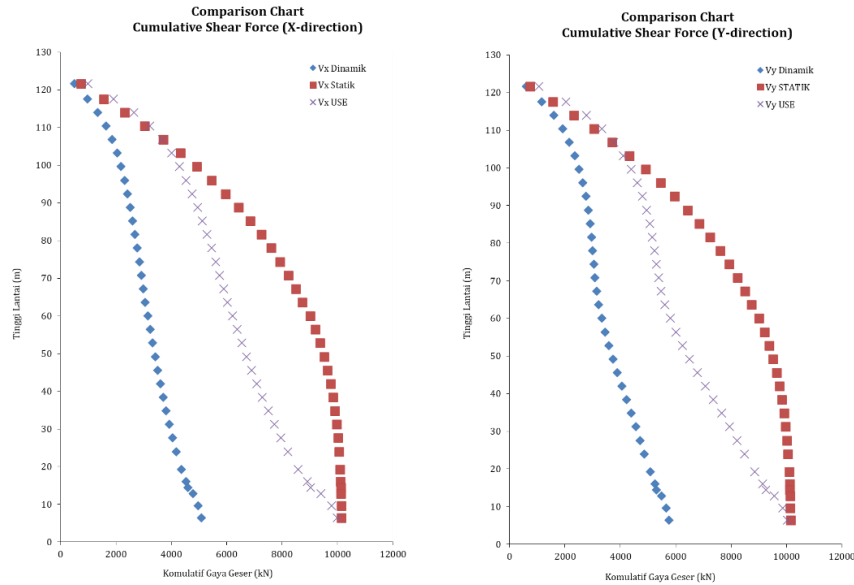
Berat bangunan efektif pada studi kasus ini digunakan adalah beban gravitasi 100% beban mati dan 25% beban hidup. Sehingga diperoleh berat seismik efektif 28490.65 ton dengan distribusi setiap lantai seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Berat seismik efektif bangunan

Story	Diaphragm	Height, m	Elevation, m	Mass, tonf
LT DAK	D33	4	121.6	631.17
LT 32	D32	3.6	117.6	752.48
LT 31	D31	3.6	114	741.63
LT 30	D30	3.6	110.4	741.63
LT 29	D29	3.6	106.8	741.63
LT 28	D28	3.6	103.2	741.63
LT 27	D27	3.6	99.6	741.63
LT 26	D26	3.6	96	741.63
LT 25	D25	3.6	92.4	743.40
LT 24	D24	3.6	88.8	745.74
LT 23	D23	3.6	85.2	745.74
LT 22	D22	3.6	81.6	745.74
LT 21	D21	3.6	78	745.74
LT 20	D20	3.6	74.4	745.74
LT 19	D19	3.6	70.8	745.74
LT 18	D18	3.6	67.2	745.74
LT 17	D17	3.6	63.6	751.95
LT 16	D16	3.6	60	968.04
LT 15	D15	3.6	56.4	759.35
LT 14	D14	3.6	52.8	759.35
LT 13	D13	3.6	49.2	759.35
LT 12	D12	3.6	45.6	759.35
LT 11	D11	3.6	42	767.35
LT 10	D10	3.6	38.4	775.35
LT 9	D9	3.6	34.8	775.35
LT 8	D8	3.6	31.2	775.35
LT 7	D7	3.6	27.6	782.34
LT 6	D6	4.8	24	831.50
LT 5	D5	3.2	19.2	1241.82
LT 4+1	D4+1	1.6	16	1021.11
LT 4	D4	1.6	14.4	220.79
LT 4-1	D4-1	3.2	12.8	1054.50
LT 3	D3	3.2	9.6	1360.12
LT 2+1	D2+1	1.6	6.4	1055.38
LT 2	D2	1.6	4.8	220.79
LT 2-1	D2-1	3.2	3.2	1054.50

### 3.4. Gaya Geser Desain Seismik

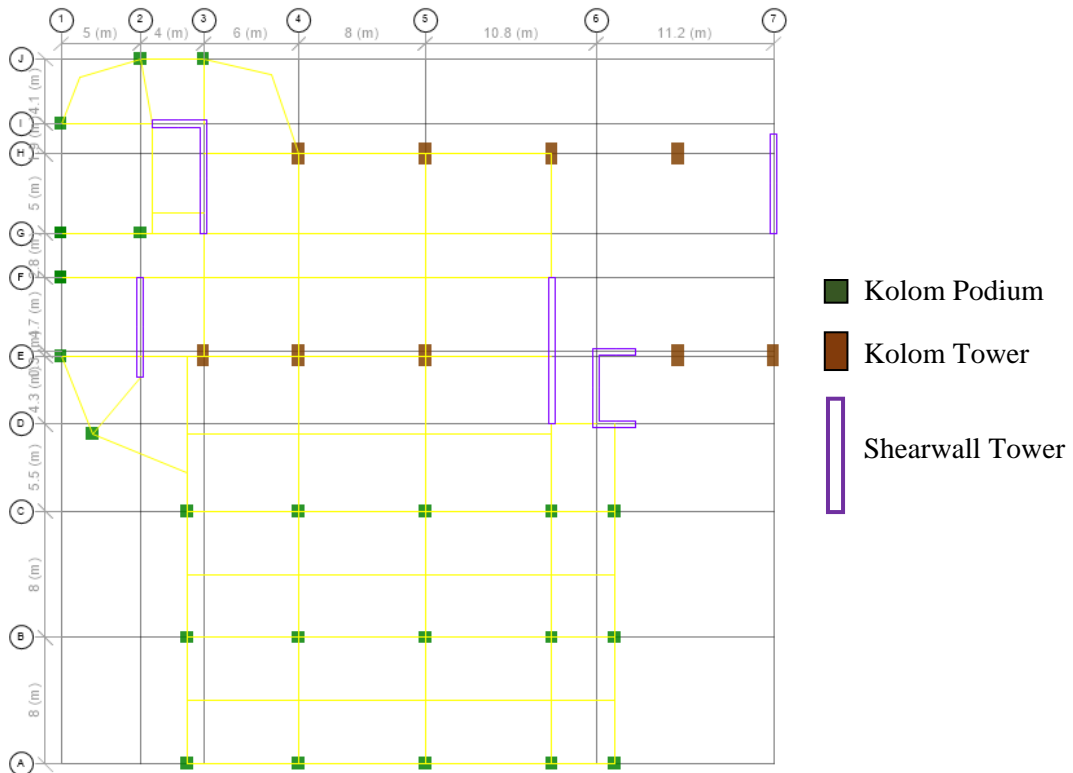
Gaya gempa desain dihitung sesuai peraturan gempa Indonesia SNI 1726-2019 dan dengan distribusi gaya geser setiap lantainya sebagai berikut.



Gambar 5. Hasil evaluasi pengujian sistem sambungan kolom balok

### 3.5. Desain Preliminary Isolasi Dasar

Untuk desain awal kebutuhan isolasi dasar menggunakan UBC-97, dimana struktur atas hampir bergerak seperti benda kaku. Konfigurasi pemasangan isolasi dasar ini dibagi sesuai area pada bangunan ini seperti terlihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Konfigurasi tipe dari perangkat isolasi dasar yang digunakan



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

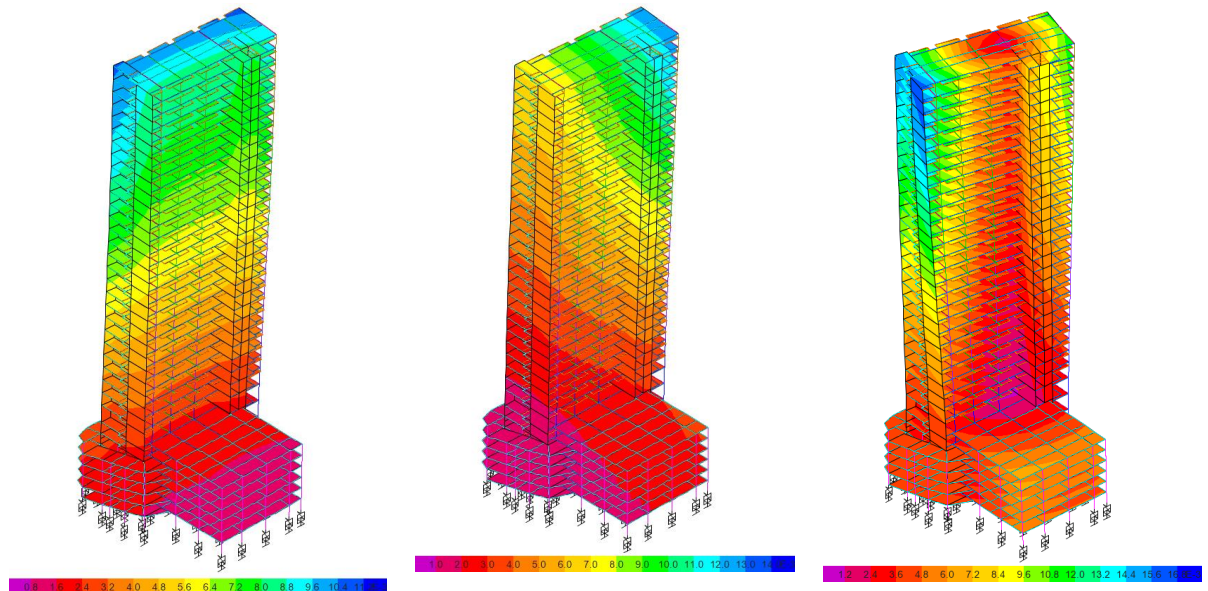
### 4.1. Model Gabungan Tower dan Podium Menggunakan Isolasi Dasar

Ragam getar dan perioda natural struktur tower dan podium yang dimodelkan menjadi satu kesatuan dengan menggunakan isolasi dasar diperoleh bahwa perioda natural dan partisipasi massa sudah naik walau tidak signifikan, demikian juga untuk ragam getar juga tetap dominan translasi seperti terlihat pada Gambar 7 berikut ini.

Mode 1 (UX): 5.2151 sec

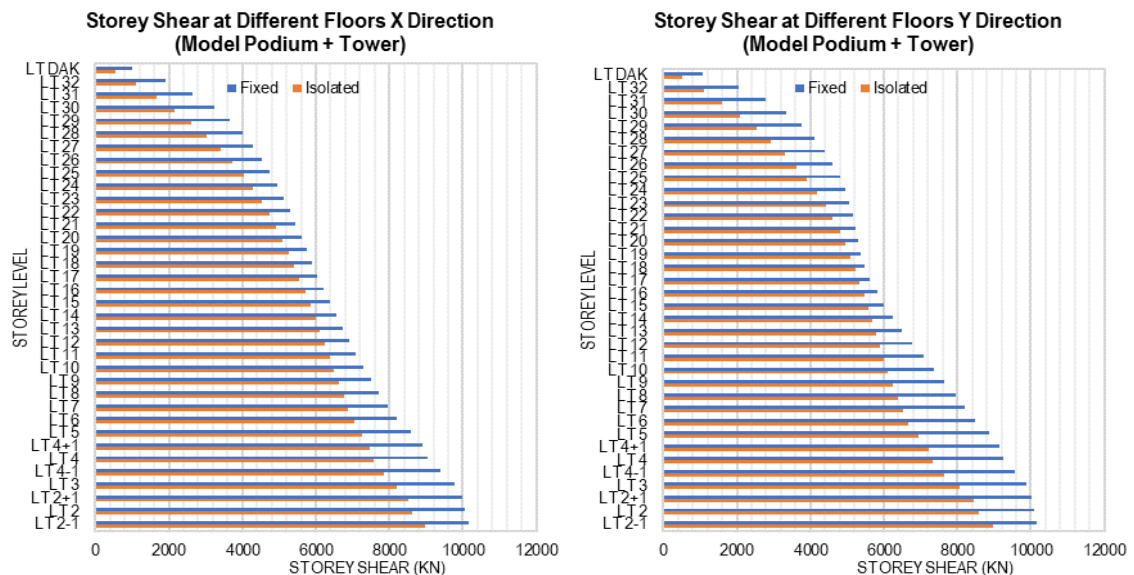
Mode 2 (UY): 4.7376 sec

Mode 3 (RZ): 3.7003 sec

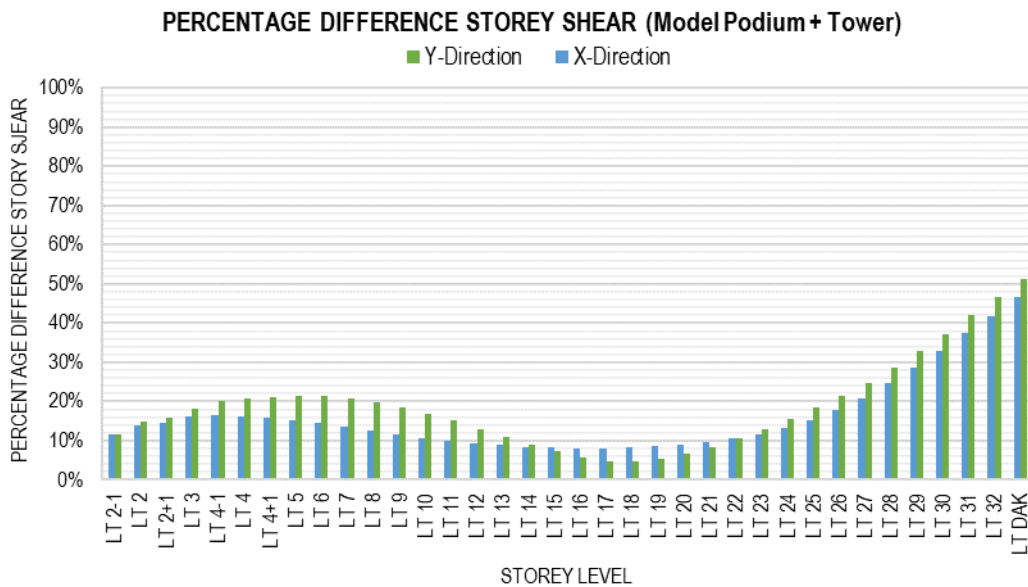


**Gambar 7.** Ragam getar dan perioda struktur gabungan tower dan podium menggunakan isolasi dasar

Untuk gaya geser desain jika dibandingkan antara sebelum dan sesudah menggunakan isolasi dasar diperoleh bahwa diperoleh pengurangan gaya geser seperti terlihat pada Gambar 8. Dan jika disajikan dalam bentuk persentase reduksi gaya geser, diperoleh hanya sekitar 15% seperti terlihat pada Gambar 9 berikut ini.

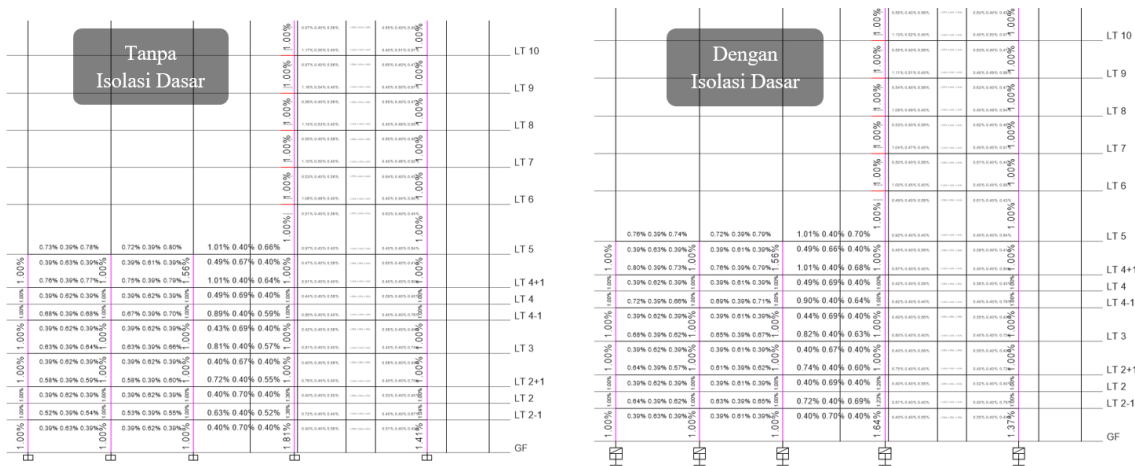


**Gambar 8.** Gaya geser kumulatif sebelum dan setelah menggunakan isolasi dasar



**Gambar 9.** Persentase reduksi gaya geser dengan model gabungan tower dan podium

Selanjutnya dari berkurangnya gaya geser dasar yang diperoleh, juga diperoleh pengaruhnya terhadap hasil penulangan yang dibutuhkan untuk setiap komponen struktur. Pada hasil seperti terlihat pada Gambar 10. diperoleh bahwa tidak semua komponen struktur mengalami penurunan rasio tulangan perlu, sehingga penggunaan isolasi dasar pada bangunan tower yang digabung dengan podium ini menjadi tidak efektif karena bangunan tower sudah cukup fleksibel.

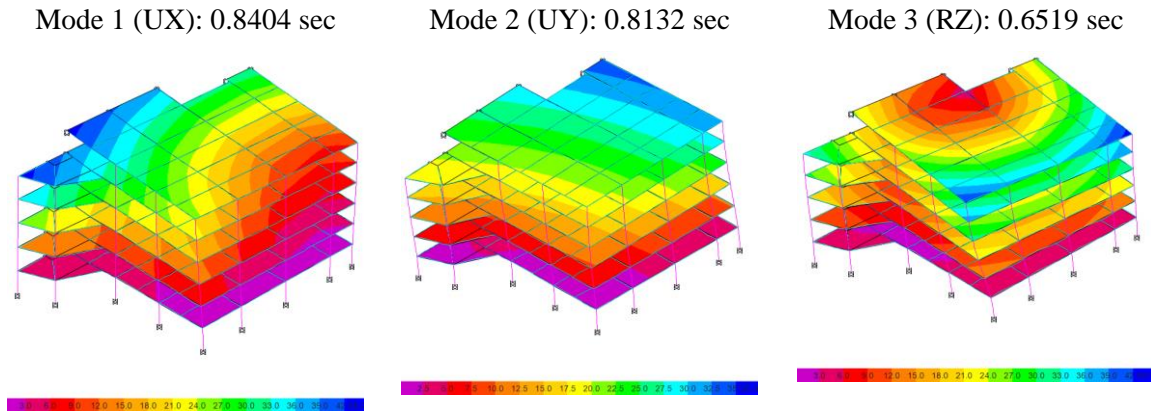


**Gambar 10.** Persentase reduksi gaya geser dengan model gabungan tower dan podium

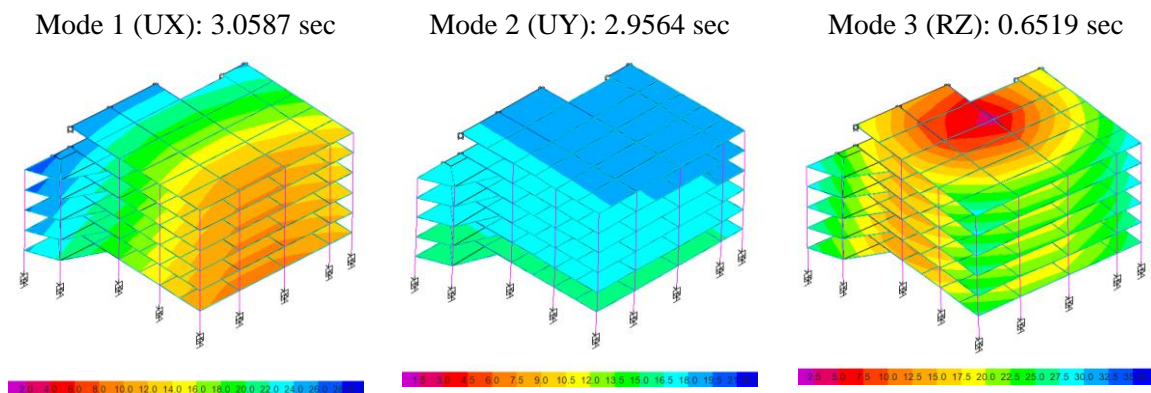
#### 4.2. Model Hanya Podium Menggunakan Isolasi Dasar

Karena pada model menggabungkan tower dan podium sebelumnya pengurangan gaya geser gempa dan output tulangan struktur atas yang tidak efektif dengan penggunaan isolasi dasar ini, maka dilakukan dilatasi pada area tower dan podium. Sehingga isolasi dasar hanya digunakan pada podium saja karena akan lebih efektif dengan tinggi yang hanya terdiri dari 6 lantai, sedangkan untuk area tower dengan tumpuan terjepit tanpa isolasi dasar.

Dari hasil analisis diperoleh ragam getar dan perioda natural struktur yang cukup signifikan berubah setelah menggunakan isolasi dasar pada area podium ini, sehingga tentunya hal ini menjadi lebih efektif karena pergeseran perioda ke kanan dapat mereduksi percepatan gempa yang masuk pada struktur seperti terlihat pada Gambar 11. dan Gambar 12. berikut ini.



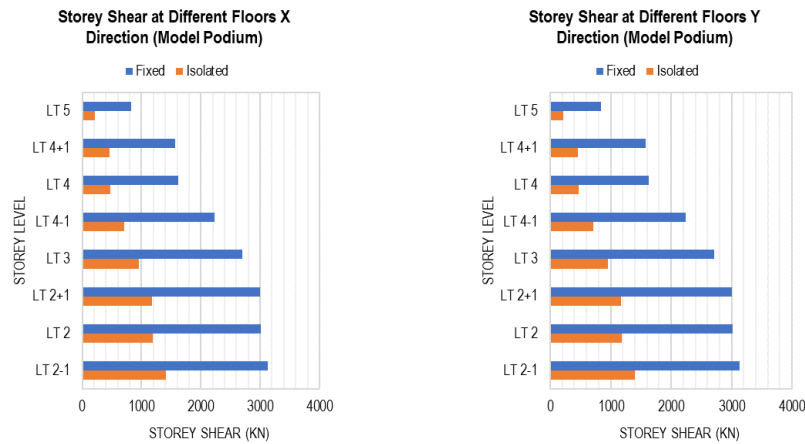
**Gambar 11.** Ragam getar dan perioda struktur area podium tanpa isolasi dasar



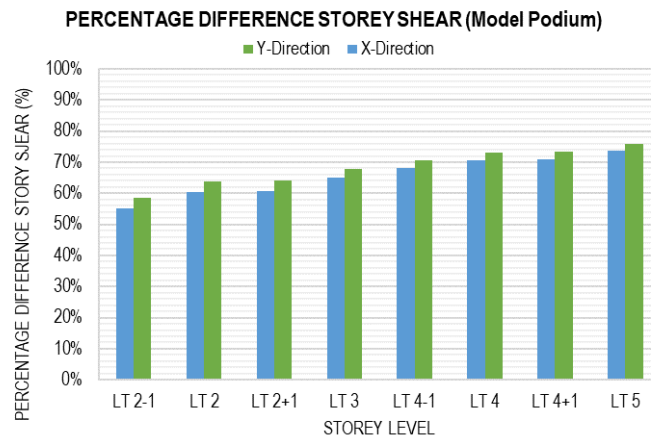
**Gambar 12.** Ragam getar dan perioda struktur area podium dengan isolasi dasar

Untuk gaya geser desain jika dibandingkan antara sebelum dan sesudah menggunakan isolasi dasar diperoleh bahwa diperoleh pengurangan gaya geser yang juga signifikan seperti terlihat pada Gambar 13. Dan jika disajikan dalam bentuk persentase reduksi gaya geser, diperoleh hanya sekitar 65% seperti terlihat pada Gambar 14. berikut ini.



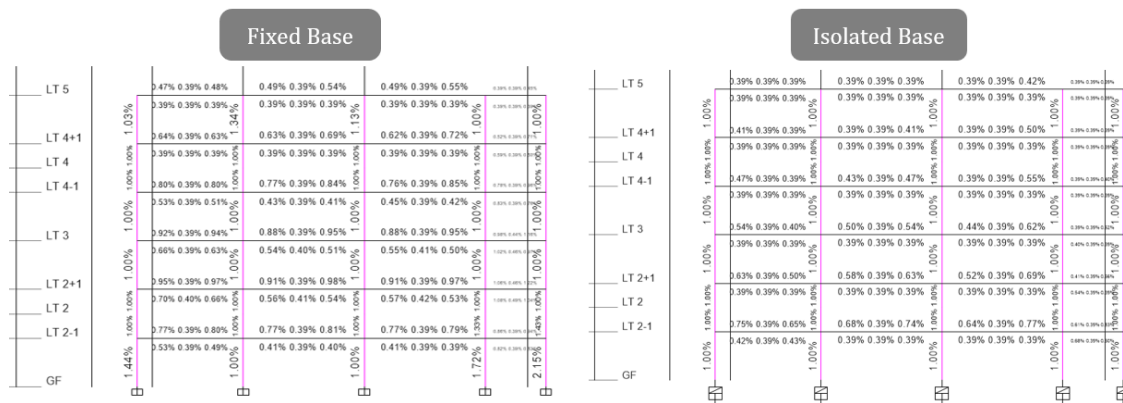


Gambar 13. Gaya geser kumulatif sebelum dan setelah menggunakan isolasi dasar



Gambar 14. Persentase reduksi gaya geser dengan model khusus podium

Selanjutnya dari berkurangnya gaya geser dasar yang diperoleh, juga diperoleh pengaruhnya terhadap hasil penulangan yang dibutuhkan untuk setiap komponen struktur. Pada hasil seperti terlihat pada Gambar 15. diperoleh bahwa semua komponen struktur mengalami penurunan rasio tulangan perlu yang cukup signifikan bahkan mendekati tulangan minimum, yang artinya penggunaan isolasi dasar pada area khusus podium ini tentu menjadi lebih efektif.



Gambar 15. Persentase reduksi gaya geser dengan model gabungan tower dan podium

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan simulasi yang dilakukan maka di peroleh kesimpulan diantaranya:

1. Kenaikan perioda natural struktur, penurunan gaya geser dasar dan penurunan rasio tulangan perlu tidak signifikan dengan model gabungan tower dan podium karena struktur bangunan sudah cukup tinggi (121.6 m) sehingga tentu sudah cukup fleksibel dan kontribusi isolasi dasar menjadi tidak maksimal bekerja.
2. Dengan dilakukannya dilatasi pada area tower dan podium sehingga isolasi dasar hanya dipasang pada area podium (19.2 m) memberikan hasil yang jauh lebih efektif yakni baik gaya geser dasar maupun rasio tulangan perlu secara signifikan berkurang. Struktur atas yang menggunakan sistem pracetak juga membuat menjadi lebih efektif karena kinerja yang sudah teruji seperti halnya isolasi dasar yang tentu harus dilakukan pengujian sebelum diterapkan, serta sistem sambungan yang memudahkan untuk mengganti jika gempa besar terjadi dan menimbulkan sendi plastis pada balok.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- ASCE (American Society of Civil Engineers) ASCE/SEI 7-16 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures (Virginia, USA, 2010), pp 374,66,97.
- ACI (American Concrete Institute), *ACI 318-14 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary* (Farmington Hills, MI, 2008), pp 323-324,347-349.
- ACI (American Concrete Institute), *ACI 374.1-05 Acceptance criteria for moment frames based on structural testing and commentary* (Farmington Hills, MI, 2005, reapproved 2014), pp 8-9.
- ACI (American Concrete Institute), *ACI 550.3-13 Design Specification for Unbonded Post-Tensioned Precast Concrete Special Moment Frame Satisfying ACI 374.1 and Commentary* (Farmington Hills, MI, USA, 2013), pp 11,19,20.
- I Putu Ellsa Sarasantika, Gede Parama Putra, I. B., Tampubolon, S. P., & Putra Sanjaya, I. G. D. (2023). ANALISA PERFORMA SEISMIC MERU (STRUKTUR BERTINGKAT PAGODA KHAS BALI): PRELIMINARY STUDY. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan - CENTECH*, 4(1), 25-35.
- Nurjaman, H., Suwito, S., Dinariana, D., Suprpto, G., Budiono, B., & Fau, M. (2022). Development of numerical model of a high performance precast concrete system equipped with base isolation.
- Nurjaman, H. N., Suwito, S., Marbun, C. R., Irawanto, I., & Fau, M. N. (2020, May). Structural assessment of rental housing flat Lere in Palu affected by Palu earthquake on September 28, 2018. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2227, No. 1). AIP Publishing.
- Simbolon, S. C. R., Tampubolon, S. P., & Mulyani, A. S. (2023). PERFORMANCE ANALYSIS OF HORIZONTAL IRREGULAR BUILDINGS BASED ON RESPONSE SPECTRUM AND TIME HISTORY METHODE. *Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil*, 12(3), 363 - 374.
- SNI (Standar Nasional Indonesia), *SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung* (BSN, Jakarta, Indonesia,2019).
- SNI (Standar Nasional Indonesia), *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung* (BSN, Jakarta, Indonesia, 2019).
- SNI (Standar Nasional Indonesia), *SNI 7834 Metode Uji dan Kriteria Penerimaan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang Pracetak untuk Bangunan Gedung* (BSN, Jakarta, Indonesia, 2012).