



# 9.04%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 21 JUL 2025, 2:17 PM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

 IDENTICAL	 CHANGED TEXT	 QUOTES
0.48%	8.56%	2.02%

## Report #27593455

“PENDAHULUAN” 1.1 Latar Belakang Negara Kesatuan Republik Indonesia terletak di kawasan Ring of Fire yang meluas dari wilayah Nusa Tenggara, Bali, Jawa, hingga Sumatera. Kawasan Ring of Fire ini tidak hanya berada pada wilayah Indonesia tetapi juga menghubungkan berbagai lokasi lainnya seperti Himalaya, Mediterania, dan Samudera Atlantik, kondisi geografis ini, menjadikan Indonesia memiliki banyak gunung berapi aktif dan rentan mengalami gempa bumi. Ring of Fire merupakan zona dengan aktivitas seismik tinggi, mencakup busur vulkanik dan palung laut dalam, yang menjadi pusat dari kejadian gempa dan letusan gunung berapi. Berdasarkan kondisi tersebut, diharapkan konstruksi yang dibangun terutama pada daerah-daerah rawan gempa, dapat meminimalisir resiko yang mengakibatkan pergeseran bangunan, kerusakan bangunan, serta menyebabkan korban jiwa. Ketahanan bangunan terhadap gempa dapat ditingkatkan dengan merancang dan membangun struktur yang sesuai dengan prinsip desain yang tepat (Tavio & Wijaya, 2018). Gempa bumi merupakan salah satu faktor utama yang dapat menyebabkan keruntuhan pada struktur bangunan bertingkat. Keruntuhan ini biasanya disebabkan oleh pergeseran yang signifikan dari gempa, yang mengakibatkan ketidakstabilan pada struktur. Beberapa solusi Untuk mencegah terjadinya keruntuhan pada bangunan dapat diterapkan, dengan cara, (1) memasang elemen vertikal struktur berupa dinding struktural (Shear Wall) pada bangunan, (2) dengan menggunakan isolator dasar (Base

Isolation). Dinding struktural atau Shear Wall, merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan kemampuan struktur bangunan dalam menahan gaya lateral yang disebabkan, dari beban angin, gempa, maupun gaya lateral lainnya. Dinding struktural sendiri adalah pelat beton bertulang yang dipasang secara vertikal untuk menambah kekakuan struktur, kehadiran dinding struktural ini membantu membatasi pergerakan lateral bangunan, sehingga gaya-gaya lateral tidak sepenuhnya dibebankan pada elemen rangka seperti kolom dan balok. Pada daerah-daerah rawan gempa, struktur yang memiliki dinding struktural, memiliki kemampuan lebih besar untuk menahan momen lentur dan gaya geser, terutama pada bangunan bertingkat tinggi (Polat, 2017). Penempatan dinding struktural biasanya diletakkan pada inti bangunan atau di area strategis bangunan, yang biasanya berada pada area lift, tangga, maupun ruang mekanikal elektrik, guna untuk memaksimalkan kekakuan. Base isolation adalah perangkat yang terbuat dari kombinasi karet dan baja lunak, yang dipasang di antara fondasi (sub structure) dan kolom (super structure), fungsi utamanya adalah untuk meredam atau mengurangi energi gempa serta percepatan tanah dasar yang diteruskan ke struktur bangunan. Penggunaan base isolation memberikan fleksibilitas pada bangunan dan membantu menyerap energi gempa, sehingga dapat mengurangi dampak dari pergeseran akibat gempa itu sendiri (Fakih dkk., 2021), dengan demikian sifat destruktif dari gempa terhadap

bangunan dapat diminimalkan bahkan direduksi hamper seluruhnya. Dalam dunia konstruksi modern, gedung-gedung bertingkat tinggi semakin banyak dibangun untuk memenuhi kebutuhan akan ruang yang efisien di kawasan perkotaan. Salah satu aspek penting dalam desain struktur bangunan tinggi adalah kemampuan bangunan untuk menahan pergeseran lateral yang ditimbulkan oleh beban gempa dan beban lateral lainnya. Gaya-gaya horizontal tersebut dapat menyebabkan pergeseran lateral pada bangunan, yang apabila tidak dikendalikan, dapat berdampak pada stabilitas bangunan hingga menyebabkan keruntuhan. Penambahan Base Isolation telah terbukti dapat mengurangi gaya horizontal yang diteruskan ke struktur utama bangunan, sehingga mengurangi kerusakan yang terutama disebabkan oleh gempa. Struktur menjadi lebih fleksibel dan kerusakan berkurang secara signifikan, hal ini juga mengonfirmasi bahwa sistem isolasi dasar tersebut layak diterapkan pada gedung-gedung bertingkat (Fakih dkk., 2021). Disisi lain penambahan elemen struktural, seperti dinding struktural (Shear Wall), telah terbukti efektif dalam mengendalikan pergeseran lateral pada gedung-gedung bertingkat tinggi, dinding ini dapat menstabilkan momen akibat gaya gempa pada struktur dengan mudah sedemikian rupa, sehingga tidak ada torsi yang akan terjadi setelahnya karena gaya eksternal pada bangunan (Mahadik & Bhagat, 2020). Pada penelitian terdahulu telah digunakan sistem struktur pada bangunan dengan mengkombinasikan shear wall dan base isolation sebagai

sistem penahan gempa pada bangunan gedung bertingkat, hasilnya kombinasi dinding struktural dan isolasi dasar secara signifikan meningkatkan ketahanan seismik bangunan lebih efektif dibandingkan dengan bangunan yang hanya menggunakan dinding struktural (Singh dkk., 2024). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tingkat kinerja struktur bangunan gedung yang menggunakan sistem shear wall dan Base Isolation. Evaluasi kinerja struktur, yang dilakukan menggunakan metode analisis statik linear dengan prosedur gaya lateral ekuivalen dengan menggunakan software RSAP (Robot Structural Analysis Professional). Struktur bangunan gedung yang dianalisis merupakan bangunan beton bertulang (Reinforced Concrete Building) bertingkat 4 lantai, 6 lantai, dan 8 lantai sebagai variabel perbandingan, yang berlokasi di Kec.

40 Tebet, Kota Jakarta Selatan. Sehingga melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan Gambaran kinerja bangunan gedung bertingkat tentang penggunaan sistem struktur yang menggunakan dinding struktural dan base isolation, serta identifikasi kinerja sistem struktur tersebut yang efektif untuk meningkatkan stabilitas bangunan terhadap beban gempa atau lateral.

1.2 Rumusan Masalah 1. Bagaimana gaya geser dasar, displacement, dan drift pada bangunan struktur beton bertulang yang menggunakan sistem dinding struktural dan base isolation. 2. Bagaimana kinerja pada bangunan struktur beton bertulang yang menggunakan sistem dinding struktural dan base isolation dengan perbandingan terhadap displacement dan drift. 3.

Bagaimana perbandingan momen dan gaya geser pada struktur gedung yang menggunakan sistem dinding struktural dan base isolation.

1.3 Tujuan Penelitian 1. Menganalisis perbandingan gaya geser dasar, displacement, dan drift pada bangunan struktur beton bertulang yang menggunakan sistem

dinding struktural dan base isolation. 2. Menganalisis kinerja pada bangunan struktur beton bertulang yang menggunakan sistem dinding

struktural dan base isolation dengan perbandingan terhadap displacement dan drift. 3. Menganalisis perbandingan momen dan gaya geser pada struktur gedung yang menggunakan sistem dinding struktural dan base isolation.

1.5 Manfaat Penelitian 1. Untuk Peneliti, Penelitian ini diharapkan dapat

memberikan wawasan baru mengenai perbandingan kinerja struktur bangunan beton bertulang yang menggunakan sistem dinding struktural, dan base isolation, khususnya bangunan bertingkat di Kota Jakarta Selatan terhadap pengaruh beban gempa atau beban lateral. 2. Untuk proyek konstruksi berkelanjutan, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi dalam pemilihan sistem struktur yang efektif pada bangunan bertingkat tahan gempa, khususnya di Kec. **40** Tebet, Kota Jakarta Selatan. 1.6 Batasan Masalah 1. Lokasi penelitian yang digunakan oleh peneliti yaitu di daerah Kec. **40** Tebet, Kota Jakarta Selatan. 2. Kondisi tanah pada bangunan di Kec. **40** Tebet Kota Jakarta Selatan. 3. Fungsi gedung adalah Gedung Perkantoran. 4. Jumlah lantai pada bangunan yang diteliti memiliki variabel, 4 lantai, 6 lantai, dan 8 lantai. 5. Bangunan yang diteliti, yaitu bangunan struktur beton bertulang atau disebut Reinforced Concrete yang mengacu pada . **34** 6. Tipe base isolator yang digunakan adalah HDRB (High Damping Rubber Bearing), tipe MVBR-0520 (X0 6R) 7. Tidak membahas biaya dan metode pelaksanaan konstruksi. **48** 8. Tidak menghitung struktur bawah. 9. Tidak memperhitungkan beban lift dan tangga. 10. Analisis kekuatan bangunan terhadap beban gempa mengacu pada “SNI 1726:2019 “Analisis linier statik , mengikuti Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen. 11. Software yang digunakan adalah RSAP (Robot Structural Analysis Professional) 2025. 1.7 Sistematika Penulisan Sistematika Penulisan merujuk pada urutan atau struktur yang digunakan dalam penulisan suatu karya ilmiah, laporan, atau makalah. Sistematika penulisan bertujuan untuk memberikan panduan tentang bagaimana informasi disajikan secara terstruktur dan terorganisir agar mudah memahami isi tulisan. “TINJAUAN PUSTAKA 2.1. Dasar Teori 2.1.1 Struktur Gedung Bertingkat Struktur adalah sistem konstruksi yang terdiri dari elemen-elemen fisik yang saling terhubung sebagai satu kesatuan untuk mendukung, menyalurkan, dan menahan beban. Elemen-elemen tersebut, seperti kolom, balok, dinding, pelat, dan fondasi, bekerja secara terpadu untuk mendistribusikan gaya-gaya yang timbul akibat berat struktur itu sendiri, beban hidup, beban angin, gempa, serta faktor lingkungan lainnya ke

tanah melalui pondasi. Struktur terdapat 3 prinsip dasar, yaitu kekuatan, keseimbangan, dan kestabilan. Kekuatan adalah kemampuan elemen-elemen dan komponen struktur untuk menahan beban yang bekerja secara vertikal maupun horizontal, keseimbangan menggambarkan respons massa bangunan terhadap gaya gravitasi dan angin. **20** Dalam mencapai kestabilan struktural, biasanya digunakan bidang-bidang vertikal masif, seperti shear wall, yang berfungsi untuk menyalurkan beban dan membentuk sudut dengan permukaan tanah, dan kestabilan struktur mencerminkan kemampuan struktur bangunan dalam menahan gaya lateral dari luar, seperti angin, gempa, dan gaya gravitasi. **44** Bangunan bertingkat adalah struktur yang memiliki lebih dari satu lantai secara vertikal. Menurut tinjauan desain struktur, semakin tinggi suatu bangunan, semakin krusial pula respons struktur terhadap beban lateral. Pembangunan gedung bertingkat dilakukan untuk mengatasi keterbatasan lahan, terutama di kawasan perkotaan di mana harga tanah cenderung tinggi. Gedung bertingkat dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori (Albertini dkk., 2021). **2.1 39 2** Bangunan Tahan Gempa Selama terjadi gempa bumi, sebuah bangunan mengalami pergerakan baik secara vertikal maupun horizontal. Dalam pergerakan ini, timbul gaya inersia atau gaya gempa pada titik-titik massa struktur. Gerakan vertikal sedikit mempengaruhi gaya gravitasi yang bekerja pada bangunan. karena bangunan telah dirancang untuk mengatasi gaya vertikal dengan faktor keamanan yang memadai, keruntuhan akibat gempa vertikal jarang terjadi. Sebaliknya, gaya gempa horizontal mengakibatkan tekanan pada titik-titik lemah dalam struktur, yang dapat menyebabkan keruntuhan jika kekuatan struktur tidak mencukupi. Oleh karena itu, prinsip utama dalam desain bangunan tahan gempa adalah memperkuat struktur terhadap gaya lateral (samping), yang umumnya belum cukup kuat untuk menahan tekanan tersebut. Bangunan tahan gempa adalah struktur yang dirancang untuk menahan gaya-gaya lateral akibat gempa dengan memanfaatkan elemen struktural yang mampu menyerap dan mendistribusikan energi gempa secara efisien. Prinsip utama dalam desain bangunan tahan gempa melibatkan konsep deformasi terkontrol, di mana struktur diizinkan untuk mengalami

deformasi tertentu tanpa kehilangan kapasitas dukungnya, oleh karena itu, memperkirakan gerakan gempa di lokasi yang ditinjau berdasarkan data dan catatan seismologi masa lalu adalah langkah awal yang penting. Beberapa sistem struktur yang dipakai untuk meningkatkan daya tahan struktur bertingkat, terhadap gempa, yaitu : a.) Sistem Dinding struktural (Shear Wall) Dinding struktural, atau dikenal sebagai shear wall, merupakan elemen struktural vertikal yang terbuat dari beton bertulang dan dirancang untuk menahan gaya lateral yang diakibatkan oleh beban angin, gempa bumi, maupun beban horizontal lainnya. Dinding struktural berfungsi untuk meningkatkan kekakuan dan stabilitas bangunan, Elemen struktural ini secara efektif mampu menahan gaya lateral yang ditimbulkan oleh gempa, yang menjadikannya solusi untuk digunakan pada gedung bertingkat tinggi, dengan cara mendistribusikan gaya lateral ke pondasi sehingga mampu mengurangi pergerakan atau simpangan horizontal pada bangunan. Dengan kekakuan yang signifikan, dinding struktural tidak hanya membantu menjaga stabilitas struktur tetapi juga mengurangi deformasi lateral selama kejadian gempa (Nizamani dkk., 2018). Desain dinding struktural harus mampu menghadapi potensi gaya lateral yang dihasilkan oleh beban gempa. Sesuai dengan SNI 1726-2019 pasal 7.11.1 mengenai Dinding struktural dan pengangkurnya.

1 2 Dinding penumpu dan dinding struktural, baik yang eksterior maupun interior, beserta pengangkurnya harus dirancang untuk menahan gaya sebesar 40% dari percepatan respons spektral desain periode pendek ( $S_{DS}$ ) yang dikalikan dengan berat dinding,  $W_c$ , yang tegak lurus terhadap permukaan, dengan gaya minimum sebesar 10% dari berat dinding. Selain itu, hubungan antar elemen dinding dan sambungan dalam sistem rangka pendukung perlu memiliki daktilitas, kapasitas rotasi, dan kekuatan yang memadai untuk menahan efek susut, perubahan suhu, dan perbedaan penurunan pondasi ketika dikombinasikan dengan gaya seismik (Nizamani dkk., 2018) b.) Sistem Isolasi Dasar (Base Isolation) Isolasi dasar atau Base isolation adalah perangkat struktural yang terbuat dari kombinasi karet dan baja lunak, yang dipasang di antara fondasi (sub structure) dan

sloof atau kolom (super structure). Fungsi utamanya adalah untuk meredam atau mengurangi energi gempa serta percepatan tanah dasar yang diteruskan ke struktur bangunan. Base isolation mempunyai sifat yang fleksibel terhadap gaya horizontal, tapi mampu menahan berat bangunan dengan baik, hal itu dikarenakan kombinasi antara material karet dan pelat baja yang tersusun, dengan sifat fleksibel tersebut, saat gaya gempa menggeser pondasi, isolasi dasar ini melakukan simpangan horisontal bolak-balik dari tanah sehingga gaya tersebut hanya sebagian kecil yang diterima ke struktur bangunan. Cara kerja sistem base isolation ini, yaitu dengan memperpanjang periode getaran alami bangunan dan meredam energi gempa secara signifikan menggunakan elemen seperti elastomeric bearing (karet dengan inti timbal) atau sistem pendulum gesekan (Friction Pendulum System). Teknologi base isolation ini tidak hanya mereduksi percepatan struktural, tetapi juga mengurangi risiko kerusakan pada elemen non-struktural, seperti dinding partisi dan peralatan sensitif (Fakih dkk., 2021). Sistem base isolation yang saat ini digunakan memiliki beragam jenis. Berikut adalah beberapa contoh sistem base isolation yang tersedia: a) Elastomeric Based System Sistem ini menggunakan bahan elastomer, seperti karet, untuk menyerap dan mendistribusikan gaya lateral akibat gempa, sehingga energi seismik tidak secara langsung diteruskan ke struktur utama. Jenis-jenis Elastomeric Bearings: • Lead-Rubber Bearings (LRB) • High-Damping Rubber Bearings (HDRB) • Low Damping Natural dan Synthetic Rubber Bearings b) Friction Pendulum System Friction Pendulum System (FPS) merupakan salah satu sistem isolasi dasar yang berfungsi melindungi bangunan dari dampak gempa dengan mengadopsi prinsip kerja pendulum gesekan. FPS ini bekerja dengan memanfaatkan gerakan melengkung seperti pendulum sederhana (Suryawidodo dkk., 2023). Sehingga dapat mengurangi percepatan seismik yang diterima oleh bangunan. Sistem ini terdiri dari permukaan gesekan melengkung, elemen gesekan, dan terkadang mekanisme pemulih gaya pusat.

42 Jenis-jenis Friction Pendulum System, yaitu: • Friction pendulum bearing (single dan double concave) 2.1 3 High Dumping Rubber Bearing (HDRB)

High Damping Rubber Bearing (HDRB) memiliki kelebihan berupa perpindahan kekakuan dari kondisi linear ke nonlinear yang lebih gradual dibandingkan dengan tipe Lead Rubber Bearing (LRB). Perpindahan kekakuan yang lebih halus ini krusial, karena penurunan kekakuan yang tiba-tiba dapat menimbulkan getaran yang lebih besar dan berpotensi merusak peralatan yang sensitif terhadap getaran. Prinsip kerja dari jenis base isolator ini bekerja dengan cara memperpanjang periode getar alami struktur hingga berada di luar rentang frekuensi dominan gempa, bahkan hingga 2,5 kali lebih lama dibandingkan struktur tanpa isolator (fixed base). HDRB mampu mereduksi respons struktur dengan menurunkan tegangan geser hingga sebesar 10%–20% pada kondisi 100% tegangan maksimum (Vatanshenas dkk., 2021). Karenanya gaya lateral yang disalurkan ke struktur bangunan jadi lebih kecil. Gambar 2.5 tipe base isolation HDRB.

4 ▶ Perhitungan untuk mendesain base isolation dengan tipe High Damping Rubber Bearing (HDRB) dilakukan dengan menghitung berat bangunan pada masing-masing titik kolom bangunan. Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk mendesain base isolation (Kelly & Naeim, 1999).

- Kekakuan Horizontal
- Design Displacement

Beberapa hal perlu dipahami sebelum melakukan perhitungan dalam desain benda uji, antara lain:

- Periode rencana struktur dengan base isolation ( $T$ )
- Mencari luasan base isolation
- Mencari diameter base isolation

2.1 ▶ 4 Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung Periode getar merupakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu objek untuk menyelesaikan satu siklus getaran dalam Sistem Satuan Internasional (SI).

47 ▶ Periode ini dilambangkan dengan simbol  $T$  dan dinyatakan dalam satuan detik.

24 ▶ Secara umum, semakin besar periode getar alami fundamental suatu struktur bangunan, semakin kecil gaya gempa yang akan diterima oleh struktur tersebut. Persamaan yang digunakan untuk menghitung periode fundamental ( $T_a$ ) dalam satuan detik adalah sebagai berikut: ( pasal 7.8.2.1).  $C_t$  dan  $x$  ditentukan melalui tab el pasal 7.8.2 2.1.5 Percepatan Respons Spektral MCE dari Peta Gempa

Pada langkah ini adalah menentukan nilai parameter percepatan spectral desai

1 ▶ 35 ▶ .  $S_1$  untuk parameter respons percepatan spectral MCE dari peta pada

periode 1 detik dan SS untuk parameter respons percepatan spectral MCE dari periode 0,2 det

11 k. Peta gempa yang dipertimbangkan memiliki dua variabel yaitu SS dan S1 yang terdapat pada pasal 15, dengan adanya peta sumber dan bahaya gempa Indonesia pada SNI 1726- 2019, yang mengatur tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung, maka perlu dilengkapi dengan menggunakan aplikasi respon spektrum desain Indonesia tahun 2019 untuk mempermudah menghitung beban gemp . Respon spektrum ini dicari melalui web [rsa.ciptakarya.pu.go.id](http://rsa.ciptakarya.pu.go.id), yang titik koordinat pada lokasi bangunan yang akan ditinjau. 4 5 7 11 13 17 18 25 29 31 .1.6 Simpangan

Antar Lantai (Story drift) Penentuan simpangan antar lantai desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat masa ditingkat teratas dan terbaw 2

24 h. Simpangan pusat massa di tingkat-x ( $\delta x$ ) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan yang telah ditetapkan pada pasal .8.6. 2.1.7 Pembebanan

Dalam merancang sebuah struktur bangunan, seorang perencana harus memiliki pemahaman yang mendalam mengenai berbagai jenis beban yang akan ditanggung oleh struktur tersebut, termasuk karakteristik unik dari masing-masing beb 6 9

13 22 26 n. Berbagai jenis beban yang bekerja pada struktur meliputi:

a.) Beban Mati Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengann a.

Densitas beban mati ini diatur pada Tabel C3.1-2. b.) Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang muncul akibat aktivitas pengguna bangunan, mencakup beban dari benda-benda bergerak, peralatan, maupun mesin

yang tidak termasuk elemen permanen struktur dan dapat berubah selama

umur bangunan. Beban ini memengaruhi variasi beban pada lantai dan

atap. Ketentuan mengenai beban hidup telah diatur dalam SNI 1727:2020

pada Tabel C4.3-1, yang mengatur nilai minimum beban hidup merata yang harus diperhitungkan.

7 10 12 .1.8 Beban Gempa Gempa bumi merupakan fenomena berupa getaran

yang berkaitan dengan kejutan pada lapisan kerak bumi atau garis patahan bu 6 7 9 10 12

i. Beban ini dipicu oleh berbagai penyebab, namun salah satu faktor

utamanya adalah pergerakan atau pergesekan pada kerak bumi yang berdampak pada permukaan bu

5 6 7 9 10 12 21 37 i. Kejutan akibat benturan ini menyebar dalam bentuk

gelombang, yang kemudian menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya bergetar

6 9 10

21 30 r. Saat bangunan bergetar, timbul gaya-gaya pada struktur

bangunan karena massa bangunan cenderung mempertahankan posisinya dan gerakannya

6 10 21 30

a. Gaya yang muncul ini disebut gaya inersia. a. Besarnya gaya

tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor yang diatur pada, yaitu: 1.

Besarnya massa total bangunan. 2. Distribusi massa di seluruh bagian

struktur. 3. Tingkat kekakuan elemen struktural. 4. Jenis dan

karakteristik tanah pada lokasi pembangunan. 5. Sistem redaman serta

perilaku dinamis struktur. 6. Sifat alami struktur dalam merespons

getaran, termasuk periode getarnya. 7. Tingkat risiko seismik atau zona

gempa tempat bangunan berada. 8. Nilai periode getar alami bangunan

yang berperan dalam menentukan respons terhadap beban gempa. 3 5 33 . 1 11 .9

“SRPM (Sistem Rangka Pemikul Momen) 3 5 33 n 1 11” “Sistem Rangka Pemikul Mo 3 5

33 en” adalah sistem struktur rangka di mana elemen-elemen struktural

beserta sambungannya dirancang untuk menahan beban lateral melalui mekanisme kerja lentu

1 2 3 5 18 23 27

. Sistem ini diklasifikasikan ke dalam tiga kategori,

yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul

Momen Menengah (SRPMM), dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) . 2.1.10

Kombinasi Beban SNI 1726 pasal 4.2.2, menetapkan tujuh macam kombinasi

beban yang harus dipikul komponen struktur, berikut adalah beban yang

di tinjau: Untuk nomer 5 dan 6 dengan penambahan beban gempa yang

diatur oleh SNI 1726 : 2019 Pasal 4.2.2.3 menjadi : 2.1.11 Robot

Structural Analysis Professional (RSAP) Robot Structural Analysis

Professional (RSAP) adalah perangkat lunak analisis struktur yang

dikembangkan oleh Autodesk, dirancang untuk membantu insinyur sipil dan

struktural dalam melakukan simulasi, analisis, dan desain struktur bangunan

secara menyeluruh. RSAP mampu memodelkan berbagai jenis elemen struktural secara tiga dimensi (3D) dan mendukung analisis linear maupun non-linear,

termasuk beban dinamis seperti gempa dan angin. Perangkat lunak ini

memungkinkan pengguna untuk menginput berbagai parameter material, beban,

dan kondisi batas (boundary condition), serta melakukan analisis gaya

dalam, deformasi, respons spektrum, dan banyak lagi. RSAP terintegrasi dengan platform BIM, sehingga sangat mendukung alur kerja desain modern yang kolaboratif dan efisien. 2.1.15 Standar Peraturan Peraturan dan standar yang digunakan terdapat pada Tabel 2.1 berikut ini. Tabel 2.1 Standar Peraturan SNI dengan Pasal 2.2 Penelitian Terdahulu Dalam penelitian Fakhri dkk., 2021, Effect of Lead-Rubber Bearing Isolators in Reducing Seismic Damage for a High-Rise Building in Comparison with Normal Shear Wall System, dilakukan analisis terhadap gedung bertingkat tinggi setinggi 168,2 meter dengan 44 lantai, yang dibandingkan antara sistem struktur dengan dinding struktural (fixed base) dan sistem yang menggunakan base isolator tipe Lead Rubber Bearing (LRB) 36. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan base isolator dalam mengurangi dampak gempa pada bangunan tinggi. Hasil analisis menunjukkan beberapa temuan penting seperti pada struktur fixed base, periode fundamental bangunan sebesar 7,8 detik, sedangkan pada struktur dengan base isolator, periode meningkat menjadi 16,4 detik. Penggunaan base isolator berhasil menurunkan percepatan gempa yang diteruskan ke struktur. Percepatan maksimum pada atap gedung untuk struktur fixed base adalah  $8,29 \text{ m/s}^2$ , sedangkan pada struktur dengan base isolator hanya  $3,71 \text{ m/s}^2$ , yang berarti terjadi penurunan sebesar 55,24%. Simpangan lateral atap gedung pada struktur fixed base mencapai 85,56 cm, sedangkan pada struktur dengan base isolator hanya 46,1 cm, dengan demikian, penggunaan base isolator mampu mengurangi simpangan lateral atap sebesar 46,11%, Gaya geser dasar (base shear) pada struktur fixed base mencapai 8368 ton, sedangkan pada struktur dengan base isolator turun drastis menjadi 1169 ton, yang berarti terjadi pengurangan sebesar 86,03%. Penggunaan base isolator juga berdampak pada reduksi rasio drift antar lantai hingga 82,81%, yang berkontribusi pada perlindungan elemen struktural maupun non-struktural selama gempa. Pada penelitian Fujii dkk., 2020 melakukan analisis terhadap gedung bertingkat 14 lantai dengan sistem isolasi dasar (base-isolated) menggunakan metode pushover analysis. Studi

ini bertujuan untuk memprediksi respons maksimum dan kumulatif dari bangunan yang menggunakan isolator tipe Lead Rubber Bearing (LRB), Natural Rubber Bearings (NRB), dan peredam baja (steel dampers). Hasil analisis dari penelitian ini adalah pada struktur dengan sistem isolasi dasar, periode fundamental bangunan meningkat dari 0,854 detik (fixed base) menjadi 4,84 detik pada bangunan dengan isolasi dasar, peningkatan ini menunjukkan bahwa sistem isolasi mampu memperpanjang waktu getar alami bangunan untuk mengurangi dampak gempa. Percepatan maksimum pada atap bangunan untuk struktur fixed base adalah  $4,32 \text{ m/s}^2$ , sedangkan pada struktur base-isolated dengan LRB turun menjadi  $1,75 \text{ m/s}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan isolator dapat mengurangi percepatan hingga 59,49%. Simpangan lateral maksimum pada atap bangunan untuk struktur fixed base mencapai 56,4 cm, sedangkan dengan sistem isolasi turun menjadi 31,2 cm, menunjukkan reduksi sebesar 44,68%, gaya geser dasar (base shear) yang bekerja pada struktur fixed base adalah 3250 kN, sedangkan pada struktur dengan isolasi turun menjadi 1420 kN, mengalami reduksi sebesar 56,31%. Energi kumulatif yang diserap oleh isolator dan peredam baja juga menunjukkan bahwa base isolator mampu meredam sebagian besar energi gempa. Pada LRB, energi kumulatif yang terserap adalah 185,6 kN.m, sedangkan pada steel damper mencapai 92,4 kN.m. Sementara itu Singh dkk., 2024 melakukan analisis terhadap gedung bertingkat 20 lantai yang menggunakan sistem dinding struktural dan isolasi dasar (base isolator) dengan Lead Rubber Bearing (LRB). Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi dinding struktural dan isolasi dasar dalam meningkatkan kinerja seismik bangunan tinggi. Analisis dilakukan menggunakan metode time history pada perangkat lunak SAP2000 dengan empat rekaman gempa near-fault, termasuk dua dengan karakteristik forward directivity dan dua dengan fling step. Hasil analisis dari penelitian ini adalah pada struktur fixed base, perpindahan maksimum lantai teratas mencapai 66,16 cm. Dengan penggunaan dinding struktural, perpindahan ini berkurang menjadi 4,02 cm, dan lebih lanjut

turun menjadi 2,77 cm pada model yang menggabungkan dinding struktural dan isolasi dasar. Percepatan absolut maksimum pada lantai teratas mengalami penurunan signifikan, dari 1,13 g pada model fixed base menjadi 0,52 g pada model yang menggunakan kombinasi dinding struktural dan isolasi dasar. Penggunaan isolasi dasar bersama dinding struktural membantu menurunkan beban lateral pada struktur, meningkatkan efektivitas disipasi energi, serta mengurangi deformasi struktural yang dapat menyebabkan kerusakan. Penelitian lain dilakukan oleh Vatanshenas dkk., 2021 yang melakukan analisis terhadap bangunan 4 lantai dengan sistem rangka baja konsentris yang rentan terhadap gempa. Studi ini meneliti efektivitas penggunaan High Damping Rubber Bearing (HDRB) sebagai metode rehabilitasi struktural pada bangunan yang terletak di wilayah seismik aktif. Hasil analisis dari penelitian ini adalah setelah pemasangan HDRB, periode getar fundamental bangunan meningkat dari 0,638 detik (sebelum rehabilitasi) menjadi 1,972 detik. Peningkatan ini menunjukkan bahwa sistem isolasi mampu mengurangi kekakuan struktur dan memperpanjang periode alami bangunan, sehingga mengurangi efek percepatan gempa yang diterima oleh struktur. Penggunaan HDRB berhasil mengurangi gaya geser dasar secara signifikan. Dalam skenario terbaik, gaya geser dasar berkurang sebesar 92,2%, sedangkan dalam skenario terburuk terjadi reduksi sebesar 61,8%. Sebagian besar elemen struktural tetap berada dalam kondisi elastis setelah rehabilitasi, dengan hanya sedikit elemen yang mengalami plastifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem HDRB mampu menjaga kinerja struktur dalam batas aman sesuai dengan level performa Life Safety (LS). Dari hasil analisis gaya geser dasar maksimum, pada bangunan tanpa HDRB, mencapai 6282,6 kN untuk gempa Victoria, sedangkan setelah pemasangan HDRB, gaya geser maksimum berkurang menjadi 935,1 kN, menunjukkan penurunan hingga 85,2%. Penelitian terhadap sistem isolasi Friction Pendulum System (FPS) dengan tambahan peredam pasif dan semi-aktif untuk meningkatkan kinerja seismik struktur dilakukan oleh Barrera-Vargas dkk., 2020, studi ini bertujuan untuk mengevaluasi

efektivitas kombinasi FPS dengan peredam dalam mengurangi perpindahan residu dan memperbaiki kapasitas re-centering sistem isolasi dasar. Hasil analisis dari penelitian ini adalah periode fundamental sistem FPS bergantung pada radius cekungan isolator. Dengan menggunakan radius efektif 2 meter, periode alami sistem mencapai 2,83 detik, Penggunaan FPS dengan koefisien gesek tinggi (0,20) mengurangi perpindahan dasar maksimum hingga 1,42 meter dibandingkan FPS dengan koefisien gesek rendah (0,05) yang mencapai 3,11 meter. Penambahan peredam semi-aktif dapat mengurangi simpangan antar lantai sebesar 76% dibandingkan struktur tanpa isolasi, sedangkan FPS dengan peredam pasif mengurangi simpangan antar lantai sekitar 71%. Gaya geser dasar (base shear) untuk struktur non-isolated mencapai 8368 kN, sedangkan dengan FPS semi-aktif turun menjadi 1420 kN, menunjukkan pengurangan sebesar 83%. Energi mekanis kumulatif yang diserap oleh struktur dengan FPS semi-aktif lebih rendah dibandingkan FPS pasif, menunjukkan bahwa sistem ini lebih efisien dalam disipasi energi gempa tanpa menyebabkan perpindahan residu yang berlebihan. “METODOLOGI PENELITIAN”

3.1 Metode Penelitian Metode penelitian merupakan serangkaian langkah yang dirancang dan dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data atau informasi serta menginvestigasi data yang telah diperoleh. Metode ini memberikan gambaran mengenai rancangan penelitian, yang mencakup prosedur dan tahapan yang harus dilakukan, sumber data yang digunakan, serta cara pengumpulan, pengolahan, dan analisis data tersebut. Penelitian ini menerapkan analisis struktur dengan menggunakan sistem Dinding struktural, base isolation, sebagai bagian dari evaluasi dalam merancang bangunan yang tahan terhadap gempa. Proses penelitian dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak RSAP, dengan prosedur analisis gaya lateral ekuivalen 3.2 Standar dan Peraturan Standar dan Peraturan yang digunakan dalam menyusun penelitian ini sebagai berikut : 3.3 Metode Pengumpulan data Untuk memudahkan dalam penyusunan tugas akhir ini, diperlukan pengumpulan data sebagai referen

43 i. Data yang dikumpulkan dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu data primer dan data sekunde . 14 .1.1 Data Sekunder Data

sekunder adalah data yang diperoleh dari peraturan atau ketentuan yang berlaku dan digunakan oleh peneliti dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa. Data sekunder ini mencakup literatur pendukung, peraturan, grafik, serta tabel yang dibutuhkan untuk perhitungan dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa. Secara garis besar data yang dikumpulkan dalam perencanaan dan perhitungan bangunan struktural. .1.2 Data Primer Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari percobaan atau penyelidikan terhadap bahan yang akan digunakan oleh peneliti. Data ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam merencanakan struktur bangunan tahan gempa. Data primer mencakup berbagai informasi, seperti data bangunan, material, tanah, lokasi, dan zona gempa a.) Deskripsi bangunan Berikut merupakan deskripsi bangunan yang ditinjau : b.) Denah dan struktur bangunan Denah struktur bangunan yang akan diteliti dapat dilihat c.) Pemodelan Struktur Preliminary Design elemen Preliminary Design, di-Input dan didetailkan pada Bab 4 dalam melakukan input tersebut ke dalam software RSAP yang kemudian dilakukan pemodelan terhadap gedung perkantoran yang diteliti, di Kec.Tebet, Kota Jakarta Selatan, dimana terdapat 2 (dua) pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan software RSAP yaitu : 1. Model 1 : Sistem struktur dengan dinding struktural (Shear Wall) 2. Model 2 : Sistem struktur dengan alat peredam (Base Isolation) 3.4 Pembebanan Perencanaan pembebanan struktur gedung menggunakan acuan berdasarkan peraturan SNI 1727-2020, yang telah dijabarkan pada Bab 2, mengenai beban mati, beban hidup, untuk beban gempa sesuai dengan lokasi gedung berada dan SNI 1726-2019, yang nantinya didetailkan pada Bab selanjutnya. 3.5 Preliminary Dimensi Base Isolation tipe HDRB Langkah awal dalam merancang dimensi HDRB adalah menentukan jenis tanah yang digunakan dalam pemodelan. Berikut adalah tahapan-tahapan yang diterapkan dalam proses desain HDRB: 1. Menentukan jenis / Tipe HDRB 4 8 . Menentukan jenis HDRB yang akan digunakan sesuai dengan berat kolom atau gaya aksial kolom terbesar 4 8 . 2. Menentukan kekakuan dan diameter HDRB Kekakuan HDRB didapatkan berdasarkan berat bangunan 4 8 n. Dari kekakuan tersebut diperoleh diameter yang akan digunakan,

dengan rumusan yang terdapat pada bab . 3. Kekakuan struktur Kekakuan struktur merupakan kekakuan keseluruhan yang dijumlahkan pada masing-masing HDRB yang digunakan 4 8 . 4. Periode Rencana Perpindahan rencana merupakan perpindahan yang terjadi pada elastomer sebagai acuan untuk mejadi batasan perpindahan pada masing-masing HDR . 3.6 Hasil Analisis Setelah analisis statik linear dengan prosedur gaya lateral ekivalen dilakukan, hasilnya dapat dievaluasi dan dibandingkan antara kedua struktur yang dimodelkan. Evaluasi dilakukan terhadap bagian-bagian yang dibahas dalam permasalahan penelitian. 3.7 Kesimpulan Berdasarkan hasil analisis pada kedua bangunan, kesimpulan dapat diambil sebagai bagian dari perbandingan kinerja terkait ketiga model struktur bangunan yang dimodelkan, dengan melihat displacement, drift, dan gaya dalam yang terjadi. 3.8 Diagram Alir “HASIL DAN PEMBAHA AN” 4.1 Perencanaan Dimensi 4.1.1 Dimensi Balok Balok berfungsi sebagai elemen struktural yang mentransfer beban dari pelat, sehingga perlu dirancang dengan cermat agar dapat menahan beban tersebut dan mendistribusikannya ke kol 45 m. Berikut ini disajikan perhitungan desain awal (preliminary design) balok untuk bangunan di ec.Tebet, Kota Jakarta Selatan. • Balok Induk (B1) Balok Induk (B1) ditentukan melalui Pasa l 9.3.1, dengan ketentuan sebagai berikut: Tabel 4. 1 Tinggi Minimal Balok Berdasarkan gambar yang disajikan, balok induk (B1) memiliki panjang bentang (L) sebesar 4.000 mm, oleh karena itu, perhitungan tinggi minimum balok dilakukan dengan mengacu pada persamaan yang tercantum dalam Tabel 4.1.  $L = 4000\text{mm}$  Tinggi balok ( $h_{\min}$ ) =  $\sqrt[3]{16 \cdot 4000}$   $16 = 250 \text{ mm}$  Tinggi balok ( $h_{\text{pakai}}$ ) = 500 mm Untuk lebar balok ditentukan berdasarkan Pasal 18.6.2.1. yang menyatakan bahwa lebar balok minimum ( $b_{\min}$ ) sekurangngnya yaitu nilai terkecil  $0,3h$  dan 250 mm, jadi  $= 0,3h$  dan  $250 \text{ mm} = 0,3(500 \text{ mm})$  dan  $250 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$  dan  $250 \text{ mm}$  Lebar balok ( $b_{\text{pakai}}$ ) = 500 mm  $2 = 250 \text{ m}$   $m \approx 300 \text{ mm}$  Sehingga dimensi balok induk (B1) yang digunakan adalah 300 mm×500 mm. Berdasarkan hasil perhitungan dan peninjauan terhadap variasi panjang bentang, diperoleh dimensi balok induk yang sesuai,

rekapitulasi hasil perhitungan dimensi balok induk untuk tiap bentang dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut. Pada memberikan batasan pada perencanaan dimensi pada plat yang terdapat pada tabel 32 41 8.3.1.2 ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya.

Tabel 4. 2 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang Asumsi

awal: B1 (balok) = 300 × 500 mm h f (tebal plat) = 120 mm b  
w (b balok) = 300 mm h b (h balok - hf) = 500 mm – 120 mm  
= 380 mm be = bw + 2hb ≤ bw + 8hf = 300 + 2(380) ≤ 300 + 8(120)  
= 1.060 ≤ 1.260 Maka digunakan b e = 1.060 mm Menentukan titik berat penampang (y) dari balok T yang diasumsikan di atas, Luas bagian sayap (Bidang I) = be × hf = 1.060 mm × 120 mm = 127.200 mm<sup>2</sup> Luas bagian badan (Bidang II) = bw × hb = 300 mm × 380 mm = 114.000 mm<sup>2</sup> Luas total = 241.200 mm<sup>2</sup> Titik berat penampang (y) y

$$y_{\text{sayap}} = \frac{\text{luas sayap} \times \text{titik berat badan}}{\text{Luas total}}$$

$$y_{\text{badan}} = \frac{\text{luas badan} \times \text{titik berat badan}}{\text{Luas total}}$$

$$y_{\text{total}} = \frac{\text{luas sayap} \times \text{titik berat badan} + \text{luas badan} \times \text{titik berat badan}}{\text{Luas total}}$$

$$y_{\text{total}} = \frac{(1272 \text{ mm}^2 \times 60 \text{ mm}) + (11400 \text{ mm}^2 \times (120 \text{ mm} + 380 \text{ mm}))}{24120 \text{ mm}^2} = 178,15 \text{ mm} \approx 178 \text{ mm}$$

$$\text{Momen Inersia total plat dan balok } I_b = \left( \frac{1}{12} \times 1.060 \text{ mm} \times 120^3 + 127.200 \times 118^2 \right) + \left( \frac{1}{12} \times 300 \text{ mm} \times 380^3 + 114000 \times 132^2 \right)$$

$$I_b = 5281908800 \text{ mm}^4$$

$$\text{Momen Inersia pada Pelat } I_s = \left( \frac{1}{12} \times (4.000 - 300)^2 \times 120 \right) + \left( \frac{1}{12} \times (4.000 - 300)^2 \times 120 \right)$$

$$I_s = 532.800.000 \text{ mm}^4$$

$$m = \frac{E_b \times I_b}{E_s \times I_s} = \frac{4.700 \sqrt{35} \times 5.281.908.800}{4.700 \sqrt{35} \times 532.800.000} = 6$$

Nilai m, didapat melalui perhitungan di bawah m = 4.000 – 300<sup>2</sup> – 300<sup>2</sup> / 4.000 – 300<sup>2</sup> – 300<sup>2</sup> = 1 Pada perhitungan di atas didapatkan a fm > 2 maka persamaan yang digunakan dari tabel SNI untuk mencari tebal plat yaitu, h = ln ( ,8 + fy 1400 ) 36 + 9m = (4.00 – 3) ( ,8 + 42 140 ) 36 + 9(1) = 90,4 mm ≈ 130 mm Jadi pelat yang digunakan pada permode

lan penelitian yaitu 130 mm/ 13 cm. 4.1.3 Dimensi Kolom Dimensi kolom

dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan terhadap beban gravitasi yang harus ditahan oleh kolom. Terdapat rumus pendekatan dari Pasal 18.7.5.2, yang digunakan untuk hal ini, yaitu sebagai berikut: Perhitungan beban struktur pada kolom berdasarkan dengan berat tributary area pada lantai dasar yang ditinjau pada gambar 4.3 berikut. Gambar 4. 1 tributary area kolom - Beban Mati (Dead Load) - Beban Mati Tambahan (Superimposed Dead Load) - Beban Hidup (Live Load) - Gaya aksial ultimate pada kolom ( $P_u$ ) - Perhitungan Dimensi kolom sesuai ( Pasal 18.7.5.2)  $A_g \geq \frac{P_u}{\phi \cdot 0,35 \cdot f_c'} \geq \frac{2.358,656 \text{ kN}}{0,35 \times 35}$

$\frac{N}{\text{mm}^2} \geq 2.358,656 \text{ N/mm}^2$  15 19  $b^2 \geq 192.543,346 \text{ mm}^2$

$b \geq 438,797 \text{ mm}$  Jadi dimensi kolom yang digunakan yaitu  $600 \times 600$

mm Bila dicek berdasarkan , Pasal 18.7.2.1, dimensi penampang kolom

terkecil ( $b$ ) tidak boleh kurang dari 300mm, dan rasio dimensi penampang

terkecil ( $b$ ) dan penampang tegak lurus ( $h$ ) tidak kurang dari 0,4.

$b \geq 300 \text{ mm}$   $b/h \geq 0,4$  Karena dimensi kolom yang digunakan  $600 \times 600 \text{ mm}$ , maka  $600$

$\text{mm} \geq 300 \text{ mm}$  maka memenuhi, rasio penampang sama dengan 1 maka  $\geq 0,4$

dan kedua syarat memenuhi, jadi K1-600x600 4.1.4 Dimensi Shear Wall

Tebal shear wall diperoleh secara sederhana berdasarkan , tabel 11.3.1.1,

dimana tebal minimum dari shear wall dicari dengan cara berikut.  $H_w$

= terbesar dari {  $100 \text{ mm}$   $1/25$  Tinggi anta

lantai = terbesar dari {  $100 \text{ mm}$   $1/25$  ( $4.000 \text{ m}$ )

) = terbesar dari {  $100 \text{ mm}$   $160 \text{ mm}$  =  $160 \text{ mm}$   $L_w$  = terbesar

dari {  $100 \text{ mm}$   $1/25$  Panjang Bentan

) = terbesar dari {  $100 \text{ mm}$   $1/25$  ( $4.000 \text{ mm}$ ) = terbesar dar

i {  $100 \text{ mm}$   $160 \text{ mm}$  =  $160 \text{ mm}$  Dari kedua nilai tebal minimum

yang didapat maka digunakan tebal shear wall yaitu  $250 \text{ mm}$ , W1

$250$ . Rekapitulasi hasil preliminary design, tercantum pada tabel 4.4 di

bawah ini. Tabel 4. 3 Rekapitulasi dimensi struktural Dari rekapitulasi dimensi s

ruktural yang didapat, maka dapat dilakukan permodelan struktur pada

RSAP, berikut model struktur yang di analisis dan perletakan dinding struktura

3 7 8 12

nya pada gambar 4.4 dan 4.5 4.2 "Pembebanan

13 15 17 22 23 25 32 34 46

Struktur” Pembebanan direncanakan sesuai dengan SNI 1727:2020

Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain. Beban gempa dihitung menggunakan prosedur gaya lateral ekuivalen sesuai dengan “SNI 1726:2019 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dengan wilayah gempa Kec. Tebet, Kota Jakarta Selatan.

4.2.1 Beban Mati (Dead Load) Beban mati merupakan berat sendiri struktur. Dalam analisis menggunakan Robot Structural Analysis Professional, beban ini didefinisikan dengan memasukkan elemen struktural seperti balok, kolom, plat, dan dinding struktural ke tipe beban Dead Load (DL).

4.2.2 Beban Mati Tambahan (Superimposed Dead Load) Beban mati tambahan yang dihitung dari penelitian ini yaitu meliputi: Untuk Lantai 1-7 = Total SIDL kecuali waterproofing =  $1,3 \text{ kN/m}^2$  Untuk Atap = Beban Plafon + Rangka + ME + Waterproofing =  $0,48 \text{ kN/m}^2$

4.2.3 Beban Hidup (Live Load) Beban hidup ditentukan berdasarkan SNI 1727:2020 untuk gedung dengan fungsi perkantoran sebagai berikut:

4.2.4 Beban Air Hujan (Rain Load) Nilai beban air hujan pada atap datar dianalisis menggunakan pendekatan berat jenis air ( $9,8 \text{ kN/m}^3$ ) dengan asumsi genangan maksimum setinggi 2 cm akibat sistem drainase yang tidak berfungsi optimal pendekatan ini juga ada pada SNI 1727:2020 pasal 8.3. Sehingga, diperoleh beban air hujan sebesar:

4.2.5 Beban Gempa (Earthquake Load) dengan Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen

1. Menentukan Kategori resiko Bangunan Kategori risiko pada struktur bangunan sangat bergantung pada fungsi utama dari bangunan tersebut. Mengacu pada SNI 1726-2019 Pasal 4.1.2 tentang Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung, hal ini dijelaskan dalam Tabel 4.5 Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 4.1.2, maka didapatkan kategori risiko untuk proyek Pembangunan Gedung Perkantoran Kec. Tebet Kota Jakarta Selatan yaitu termasuk ke dalam kategori resiko II.

2. Menentukan Faktor Keutamaan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 4.1.2 untuk mencari faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) pada struktur bangunan gedung dan non gedung, seperti pada Tabel 4.6, berdasarkan tabel dapat penelitian ini, maka di dapatkan

faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) yaitu sebesar 1,0 Tabel 4.4 Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ )

3. Menentukan Klasifikasi Situs Penentuan kelas situs memerlukan data hasil penyelidikan tanah (soil investigation), yang dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata SPT ( $N_{60}$ ). Rumus untuk menghitung nilai SPT (Soil Penetration Test) rata-rata ( $N_{60}$ ) sebagai berikut: Di bawah ini merupakan tabel perhitungan untuk menentukan klasifikasi situs sesuai SNI 1726-2019 yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.7, Tabel 4.8 dan Gambar 4.1 dibawah, dari data soil investigation di daerah Kec. Tebet, Kota Jakarta Selatan pada titik BH-1 dan BH-2. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, nilai rata-rata SPT ( $N_{60}$ -SPT) pada titik BH-01 diperoleh sebesar 9,147, sedangkan pada titik BH-02 sebesar 9,878. Nilai terkecil dari keduanya, yaitu 9,147, dipilih sebagai acuan. Berdasarkan nilai tersebut, lokasi dikategorikan dalam klasifikasi situs tanah lunak (SE) sesuai dengan nilai  $N_{60}$ -SPT = 9,147. Dari perhitungan data penyelidikan tanah di atas, selanjutnya dilakukan pemilihan tipe kelas situs sesuai pada SNI 1726-2019 Pasal 5.3 seperti pada Tabel 4.9 di bawah ini. Berdasarkan Tabel 4.9, klasifikasi situs untuk perencanaan bangunan gedung yang diteliti termasuk dalam kategori Tanah Lunak (SE), karena nilai rata-rata SPT ( $N_{60}$ -SPT) yang diperoleh adalah 9,147.

#### 4. Menentukan Parameter Percepatan Gempa ( $S_S$ dan $S_1$ )

Penentuan parameter percepatan gempa didasarkan pada letak geografis dan karakteristik batuan di lokasi gedung penelitian, di Kec. Tebet Kota Jakarta Selatan. Oleh karena itu, nilai parameter respons spektral percepatan gempa ( $S_S$  dan  $S_1$ ) dapat diperoleh melalui halaman website [rsa.ciptakarya.pu.go.id](http://rsa.ciptakarya.pu.go.id) dan ditampilkan pada Gambar 4.7. Berdasarkan website [rsa.ciptakarya.pu.go.id](http://rsa.ciptakarya.pu.go.id) dengan memasukkan koordinat lokasi penelitian yang diteliti, didapatkan nilai sebesar: Periode 0,2 detik ( $S_S$ ) = 0,8180 g Periode 1,0 detik ( $S_1$ ) = 0,3922 g

5. Menentukan Koefisien situs ( $F_a$  dan  $F_v$ )

Penentuan koefisien situs ( $F_a$  dan  $F_v$ ) mengacu pada "SNI 1726:2019" Pasal 6.2, yang informasinya dapat ditemukan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11

Tabel 4.5 Koefisien Situs ( $F_a$ ) Berdasarkan tabel tersebut, nilai  $S_S$

sebesar 0,8180 g tidak tercantum secara langsung, sehingga diperlukan proses interpolasi. Perhitungan interpolasi dilakukan sebagai berikut: Berdasarkan tabel tersebut, nilai  $S_1$  sebesar 0,3922 g tidak tercantum secara langsung, sehingga diperlukan proses interpolasi. Perhitungan interpolasi dilakukan sebagai berikut:  $F_v = 2,8 + (0,3922 - 0,300) \times (2,4 - 2,8)$   $F_v = 2,431$  6. Menentukan Percepatan Gempa Maksimum Periode Pendek 0,2 detik (SMS) dan Percepatan Gempa Maksimum 1 detik (SM1) Mengacu pada "SNI 1726:2019" Pasal 6.2, nilai percepatan gempa maksimum untuk periode 0,2 detik (SMS) dan 1 detik (SM1) ditentukan melalui perhitungan dengan rumus berikut: Jadi dapat dihitung:  $S_{MS} = 1,246 \times 0,818 = 1,019$   $S_{M1} = F_v \times S_1 = 2,431 \times 0,3922 = 0,954$  7. Penentuan Percepatan Gempa Desain Untuk Periode 0,2 detik (SDS) dan 1 detik (SD1) Penentuan Percepatan Gempa Desain Untuk Periode 0,2 detik (SDS) dan 1 detik (SD1) Mengacu Pada Pasal 6.3 SNI 1726:2019, Di mana kedua parameter tersebut dihitung menggunakan rumus berikut: Jadi, dapat dihitung:  $SDS = 2,3 \times 1,19 = 0,679$   $SD1 = 2,3 \times 0,954 = 0,636$  8. Menentukan Spektrum Respon Desain Mengacu pada SNI 1726:2019, perhitungan spektrum respons desain dilakukan menggunakan rumus berikut:  $T = 0,2 - 0,636$   $T = 0,187$  s  $T = 0,636 - 0,679$   $T = 0,936$  s  $T_L = 20$  s Berdasarkan hasil perhitungan spektrum respons, diperoleh data serta kurva percepatan respons spektral desain yang disajikan pada Gambar 4.8 di bawah. 9. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) Mengacu pada Pasal 6.5 SNI 1726:2019 penentuan kategori desain seismik (KDS) didasarkan pada kategori risiko bangunan serta nilai parameter percepatan respons spektral, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 4.13 dan Tabel 4.14. Tabel 4. 6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan SDS Berdasarkan nilai SDS didapat sebesar 0,679, nilai SD1 0,636 dan kategori risiko yaitu IV, maka Kategori Desain Seismik (KDS) termasuk kedalam D. 10. Menentukan Sistem Struktur dan Parameter Sistem Berdasarkan Kategori Desain Seismik (KDS) Mengacu pada SNI 1726:2019, tingkat risiko kegempaan ditetapkan berdasarkan acuan pada Tabel 4.14. Berdasarkan tabel tersebut, untuk bangunan dengan

kategori desain seismik D yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), nilai faktor  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_0$  yang digunakan adalah sebagai berikut: a. Sistem Struktur dengan Dinding struktural di kedua arah  $X$ , dan  $Y$  b. Sistem Struktur SPRMK dengan Base Isolation 11. Menentukan Periode Struktur, berdasarkan “SNI 1726:2019 “Tabel 17 & Tabel 18 a . Koefisien Pembatas ( $C_u$ ) Karena nilai  $SD1 = 0,636$  pada ketentuan SNI 1726:2019, Tabel 17, nilai  $SD1 \geq 0,4$  maka  $C_u = 1,4$ . Jadi nilai koefisien  $C_u$  yang digunakan yaitu 1,4 b. Penentuan Koefisien  $C_t$  dan  $x$  - Sistem Struktur Dinding struktural - Sistem Struktur SPRMK (Base Isolation) 12. Perhitungan Berat Bangunan - Beban Mati Contoh perhitungan Beban Mati pada struktur dapat dilihat pada tabel 4.15. Tabel 4. 7 Perhitungan Beban Mati Jadi Total Beban Mati (Dead Load) = 16.289,04 kN - Beban Mati Tambahan Beban mati tambahan pada model struktur dapat dihitung, dengan contoh perhitungan pada tabel 4.16 di bawah, untuk bangunan 8 lantai. - Beban Hidup Untuk contoh perhitungan Beban Hidup (Live load) pada perhitungan berat bangunan, didapatkan seperti pada tabel 4.17 - Berat Total Bangunan Berikut adalah contoh perhitungan berat total bangunan 8 lantai yang disajikan pada tabel 4.18. 4.2.6 Kombinasi Pembebanan Kombinasi beban yang diterapkan merujuk pada ketentuan dalam SNI 1727:2020 Pasal 2.3 dan 2.4. Adapun kombinasi beban yang digunakan adalah sebagai berikut: Di bawah ini disajikan tabulasi kombinasi beban dengan parameter nilai  $SDS$  sebesar 0,679 dan faktor redundansi ( $\rho$ ) sebesar 1,3, dapat dilihat pada Tabel 4.20. 4.3 “Analisis Statik Linear” Pada sub-bab ini membahas analisis linear yang dilakukan untuk memperoleh output berdasarkan data eksisting yang telah tersedia. Analisis tersebut diperlukan sebagai hasil dari penelitian yang dibantu menggunakan software Robot Structural Analysis Professional (RSAP) 2025, yang dapat ditemukan tahapan-tahapan selengkapnya pada lampiran. 4.3.1 Analisis Modal Analisis modal merupakan salah satu tahap penting dalam memahami perilaku dinamis struktur bangunan akibat beban gempa. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui periode getar alami struktur, bentuk mode getar, serta besarnya

partisipasi massa dari tiap mode getar. Informasi tersebut sangat berguna dalam mengevaluasi respons bangunan terhadap gaya dinamis, terutama dalam konteks perencanaan struktur tahan gempa. Dalam SNI 172 -2019 Pasal 7.9.1.1 dijelaskan bahwa pada analisis modal, jumlah mode getar yang dianalisis harus mencukupi untuk menghasilkan partisipasi massa total sebesar 100% dari massa struktur. Sebagai opsi lain, diperbolehkan untuk menggunakan jumlah mode minimum yang mampu menghasilkan partisipasi massa terkombinasi setidaknya 90% terhadap massa aktual struktur pada masing-masing arah horizontal. Informasi mengenai partisipasi massa dapat dilihat pada Tabel 4.21 untuk gedung 8 lantai, 4.22 untuk gedung 6 lantai, dan 4.23 untuk gedung 4 lantai. Berdasarkan tabel partisipasi massa pada model bangunan 8 lantai diatas, diperoleh hasil modal mencapai 94,1% untuk arah X pada mode ke 7, sedangkan untuk arah Y modal mencapai 94,1% pada mode ke 8. Untuk model bangunan 6 lantai, dari tabel partisipasi massa, diperoleh hasil modal mencapai 95,5% untuk arah X pada mode ke 10, sedangkan untuk arah Y modal mencapai 90,2% pada mode ke 25. Dan untuk model bangunan 4 lantai, dari tabel partisipasi massa, diperoleh hasil modal mencapai 93% untuk arah X pada mode ke 4, sedangkan untuk arah Y modal mencapai 93,1% pada mode ke 5.

#### 4.3.2 Kontrol Analisis Beban Gempa (Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen)

a. Periode Desain • Periode minimum Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai minimum dari periode fundamental pendekatan ( $T_{a-min}$ ) sesuai dengan persamaan berikut. Dari persamaan diatas maka dapat ditentukan nilai  $T_{a-min}$ , yang telah di dapat dari parameter beban gempa di sub-bab sebelumnya. - Untuk bangunan 8 Lantai (28,5 m)  $0,0488 \times 28,5,75 = 0,602$  detik - Untuk bangunan 6 Lantai (21,5 m)  $0,0488 \times 21,5,75 = 0,487$  detik - Untuk bangunan 4 Lantai (14,5 m)  $0,0488 \times 14,5,75 = 0,363$  detik • Periode Maksimum Berdasarkan SNI 1726:2019, nilai maksimum periode fundamental pendekatan ( $T_{a-max}$ ) tidak boleh melampaui hasil perkalian antara koefisien batas atas periode ( $C_u$ ) dan nilai minimum periode fundamental pendekatan ( $T_{a-min}$ ). Oleh

karena itu, batas atas periode ( $T_{a-max}$ ) dihitung menggunakan Persamaan (4.7). Nilai  $C_u$  didapat melalui parameter gempa yang telah dibahas di sub-bab sebelumnya, maka dapat dihitung  $T_{a-max}$  dari masing-masing model, yaitu: - Untuk bangunan 8 Lantai  $1,4 \times 0,602 = 0,843$  detik - Untuk bangunan 6 Lantai  $1,4 \times 0,487 = 0,682$  detik - Untuk bangunan 4 Lantai  $T_{a-max} = C_u \times T_a = 1,4 \times 0,363 = 0,508$  detik

• Periode Aktual Hasil Perhitungan RSAP ( $T_c$ ) Periode yang dihitung melalui bantuan software RSAP ( $T_c$ ) dapat dari Tabel diatas maka dapat diperoleh ( $T_c$ ), sebesar: 8 Lantai  $T_{c-X} = 0,91$  detik  $T_{c-Y} = 0,89$  detik 6 Lantai  $T_{c-X} = 0,61$  detik  $T_{c-Y} = 0,61$  detik 4 Lantai  $T_{c-X} = 0,34$  detik  $T_{c-Y} = 0,34$  detik Mengacu pada SNI 1726:2019, penentuan nilai periode getar ( $T$ ) perlu dievaluasi dari hasil analisis perhitungan menggunakan software RSAP, dengan membandingkannya terhadap batasan periode minimum ( $T_{a-min}$ ) dan maksimum ( $T_{a-max}$ ) yang telah dihitung sebelumnya, sesuai ketentuan berikut. Berdasarkan ketentuan diatas maka dapat ditentukan nilai periode yang digunakan pada struktur, yang disajikan pada tabel 4.25 berikut.

Tabel 4. 8 Nilai Periode yang Digunakan Pada Struktur b. Penentuan Koefisien Respon Seismik ( $C_s$ )

•  $C_{s-min}$  Untuk menentukan koefisien respon seismik minimum ( $C_{s-min}$ ), digunakan persamaan (4.8).  $SDS = 0,679$   $g$   $I_e = 1,0$  Maka, dapat dihitung  $C_{s-min}$  yaitu:  $= 0,03 \geq 0,01$  Maka, nilai  $C_{s-min}$  digunakan yaitu  $0,03$

•  $C_{s-max}$  Untuk menentukan koefisien respon seismik maksimum ( $C_{s-max}$ ), digunakan persamaan (4.9).  $S D1 = 0,636$   $T = 0,843$  (Model 8 Lantai)  $= 0,610$  (Model 6 Lantai)  $= 0,363$  (Model 4 Lantai) Maka, Rekapitulasi nilai  $C_{s-max}$  tiap model bangunan dapat dilihat pada Tabel 4.26

•  $C_{s-hitung}$  Untuk menentukan koefisien respon seismik hitung ( $C_{s-hitung}$ ), digunakan persamaan (4.10). Maka, Rekapitulasi nilai  $C_{s-hitung}$  tiap model bangunan dapat dilihat pada Tabel 4 27

• Menentukan  $C_s$  pakai Untuk menentukan koefisien seismik pakai, Karena ketiga model c. Gaya Geser Dasar Seismik ( $V$ ) Untuk menentukan gaya geser dasar seismik ( $V$ ) dapat ditentukan berdasarkan “SNI 1726:2019 “Pasal 7.8.1 Prosedur gaya latera

l ekuivalen, pada persamaan berikut. Berikut adalah rekapitulasi berat bangunan setiap model, terdapat pada tabel 4.28, 4.29, 4.30. Diubah ke kN menjadi  $2028240,03 \times 0,00980 = 19.890,95$  kN Diubah ke kN menjadi  $1515477,770 \times 0,00980 = 14.862,29$  kN Diubah ke kN menjadi  $1002715,510 \times 0,00980 = 9833,63$  kN - Untuk Gedung 8 Lantai =  $0,097 \times 19890,95 = 1.930,18$  kN - Untuk Gedung 6 Lantai =  $0,097 \times 14862,29 = 1.442,21$  kN - Untuk Gedung 3 Lantai =  $0,097 \times 9833,63 = 954,24$  kN d. Distribusi Gaya Lateral Gaya geser dasar akibat gempa yang telah diperoleh kemudian didistribusikan ke setiap lantai sebagai gaya gempa lateral (Fx), dengan besarnya ditentukan melalui persamaan berikut. Berikut adalah rekapitulasi distribusi gaya lateral pada tiap lantai, pada tabel 4.31 untuk bangunan 8 Lantai, 4.32 untuk bangunan 6 Lantai, dan 4.33 untuk bangunan 4 Lantai.

### 4.3.3 Analisis Displacement dan Simpangan Antar Lantai

Evaluasi simpangan perpindahan lateral dilakukan dengan mengacu pada Persamaan (4.14) berikut ini. Berdasarkan tabel di atas, maka didapatkan nilai simpangan antar tingkat izin untuk semua struktur lainnya dengan kategori risiko II yaitu sebesar  $0,020h_{sx}$  yang dibagi dengan faktor redundansi 1,3 sesuai dengan Pasal 7.3.42. Di bawah ini merupakan tabel dari hasil perhitungan simpangan antar lantai pada arah X dan Y pada tiap model yang dapat dilihat pada Tabel 4.35 dan Tabel 4.36 untuk bangunan 8 Lantai, Tabel 4.37 dan Tabel 4.38 untuk bangunan 6 Lantai, Tabel 4.39 dan Tabel 4.40 untuk bangunan 4 Lantai. Contoh penjabaran perhitungan pada lantai 2 untuk arah X =  $5,5 \times 5,84 \times 1,0 = 32,12$  mm =  $32,12 - 11,165$  (lantai 1) =  $20,955$  mm =  $(0,02 \times 1,3) \times 3500$  mm =  $53,846$  mm Dari contoh perhitungan di atas menunjukkan bahwa simpangan pada lantai 2 untuk arah X tidak melebihi simpangan izin ( $\Delta < \Delta_{izin}$ ). Setelah melakukan analisis, didapatkan simpangan antar lantai dan simpangan struktur (displacement) dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 – Gambar 4.15 pada tiap model.

### 4.4 Sistem Struktur Base Isolation

#### 4.4.1 Perencanaan Dimensi Base Isolation (HDRB)

Dimensi base isolation menggunakan nilai gaya aksial kolom terbesar yang dihasilkan dari

analisis struktur gedung yang dimodelkan sebelumnya namun tanpa adanya shear wall menggunakan data dimensi sebelumnya. Nilai gaya aksial kolom terbesar yang dihasilkan dari analisis struktur yang dimodelkan yaitu sebesar 1650,83 kN. Rumus perhitungan untuk menentukan dimensi base isolation yaitu melalui tahap-tahap berikut, yang sebelumnya mengambil beberapa parameter pada katalog base isolation pada gambar 4.15 Setelah melakukan analisis struktur pada bangunan yang dimodelkan sebelumnya, didapat letak kolom dengan gaya aksial terbesar pada member 15 yang dapat dilihat pada Gambar 4.16. Berdasarkan pada Gambar 4.14 pada katalog base isolation, maka diperoleh data sebagai berikut: Gaya Aksial Kolom : 1650,83 kN (2690 kN) Kolom K1-member 15 : 198 mm : 0,620 N/mm<sup>2</sup> : 0,240  $\approx$  24% Perhitungan dimensi base isolation (HDRB): a. Waktu Periode Renca (T M) = 0,91 detik (dari struktur tanpa isolasi) = 3  $\times$  0,91 detik = 2,73 detik b. Kekakuan Horizontal (K H) = 1. 650.830 9,81 ( 2  $\times$  2,73 ) 2 = 891.390,061 N/m c. Menghitung Design Displacement (D D) = 9,81  $\times$  ,616  $\times$  2,73 4  $\times$  2  $\times$  1,58 = 0,2 73069 m  $\approx$  273,06 mm d. Menghitung luasan base isolation (A) = 891.390, 061  $\cdot$  198 0,620 = 284.669,728 mm<sup>2</sup> e. Mencari diameter base isolation ( D) =  $\sqrt{4 \times 284.669,728 \pi}$  = 602,04 mm Jadi, digunakan base isolation dengan diameter 650 mm, dengan tipe HH065X6R dengan data spesifikasi sesuai pada catalog Bridgestone Design Characteristics of High Dumping Rubber Bearing tahun 2017, berikut merupakan spesifikasi base Isolation HDRB yang digunakan pada Tabel 4.41. 4.4.2 Karakteristik Histerisis HDRB HH065X6R Dari data spesifikasi base isolation yang di dapat pada tabel 4.41, maka karakteristik HDRB tipe HH065X6R memiliki karakteristik redaman tinggi yang ditunjukkan melalui kurva histeris pada gambar 4.17. Dari Gambar 4.17 menunjukkan bahwa HDRB X0.6R mampu menahan gaya geser hingga  $\pm 1.7$  N/mm<sup>2</sup> pada regangan geser  $\pm 3.00$ . Dimulai dari titik netral (0,0), kurva naik ke kanan atas seiring peningkatan strain positif, dan mencapai titik puncak sekitar (3, 1.7). Setelah itu, kurva kembali ke pusat dan berlanjut ke sisi negatif secara simetris. Kurva

histerisis yang terbentuk menunjukkan disipasi energi, dengan luas area yang konsisten antara pre-test dan post-test yang menjadikan stabilitas performa setelah beberapa siklus pembebanan. Perbedaan kecil antara kedua kurva menunjukkan bahwa HDRB X0.6R tidak mengalami degradasi signifikan, menjadikan tipe base isolation ini sangat cocok digunakan dalam sistem isolasi bangunan bertingkat. Secara numerik, dari sumber katalog Bridgestone, 2017, sifat siklik dari HDRB ini dapat dijelaskan melalui perhitungan parameter mekanis berikut. a. Kekakuan Geser Ekuivalen =  $(0,620 \times 331700) / 198 = 1038,8 \text{ kN/m}$  b. Faktor Karakteristik Berdasarkan persamaan melalui katalog pada tipe X0.6R  $u(X) = 0,408 ((0,03421 X^2) - (0,2083 X^2) + (0,2711 X) + 0,9028)$  untuk strain  $x = 1,0 \rightarrow u = 0,408$  c. Kekuatan Karakteristik =  $0,408 \times 1038,8 \times 0,198 = 83,9 \text{ kN}$  d. Kekakuan Pasca Luluh ( $K_2$ ) =  $1038,8 (1 - 0,408) = 613,4 \text{ kN/m}$  e. Kekakuan Awal ( $K_1$ ) =  $10 \times 613,4 = 6134 \text{ kN/m}$

Untuk nilai redaman ekuivalen atau biasa disebut damping ratio ( $H_{eq}$ ) yaitu pada spesifikasi sebesar  $0,24 \rightarrow 24\%$ . Pada gambar 4.18 di atas, menggambarkan kurva histeresis ideal dari isolator HDRB. Gambar ini menunjukkan hubungan antara gaya geser terhadap deformasi lateral ( $\delta$ ), yang umum digunakan untuk menjelaskan respons siklik suatu sistem isolasi seismik, gambar ini sekaligus mengilustrasikan kemampuan HDRB dalam menahan beban bolak-balik akibat gempa tanpa kehilangan stabilitas performa, sebagaimana yang telah ditunjukkan pula pada kurva histeresis hasil pengujian pada gambar 4.17 sebelumnya.

#### 4.4.3 Permodelan Base Isolation HDRB Tahapan pemodelan base isolator pada struktur yang telah dirancang dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Mendefinisikan base isolation Geometry – Additional Attributes – Link/support Properties Pada kolom “paper” pilih “Add New” untuk menambah spesifikasi HDRB yang akan digunakan.
- Input spesifikasi parameter base isolation Pada kolom “Label” tambahkan nama spesifikasi HDRB yang akan digunakan yaitu HDRB HH065X6R, Kemudian pada tab “Elastic” di kolom “KX, KY” masukkan nilai Equivalent Shear Stiffness dan untuk kolom “KZ” masukkan nilai Compressive Stiffness. Pada Tab “Damping” pi

lih kolom “PS92” dan masukkan pada bagian “Damping coefficients” di kolom “AX, AY, dan AZ” nilai dari Damping Ratio. Gambar 4.19 tampilan pada saat input nilai damping. c. Penggambaran HDRB sebagai perletakan Pada bagian maka dilakukan assign HDRB, dengan cara “click” bagian node pada base yang ingin diberikan isolasi kemudian “Checklist” pada kolom “member” yang tersambung dengan base, setelah itu pilih “Apply”, seperti pada gambar 4.20.

#### 4.5 Analisis Linear Sistem

##### Struktur Base Isolation

Di bawah ini merupakan analisis dari struktur bangunan yang menggunakan base isolation, sebagai berikut.

##### 4.5.1 Analisis Modal

Analisis modal dilakukan untuk memahami respons dinamis struktur bangunan terhadap periode getar alaminya. Analisis modal pada struktur yang menggunakan sistem base isolation dengan model 8, 6, dan 4 lantai disajikan pada Tabel 4.42, Tabel 4.43, Tabel 4.44 berikut. Dari tabel di atas diperoleh bahwa partisipasi massa modal pada struktur 8 lantai dengan base isolation telah mencapai 100% pada arah X di mode ke-7, sementara untuk arah Y capaian 100% terjadi pada mode ke-14. Untuk model 6 lantai partisipasi massa telah mencapai 100% pada arah X di mode ke-10, sementara untuk arah Y capaian 100% terjadi pada mode ke-11. Untuk model 4 lantai partisipasi massa telah mencapai 100% pada arah X di mode ke-7, sementara untuk arah Y capaian 100% terjadi pada mode ke-8.

##### 4.5.2 Kontrol Analisis Beban Gempa (Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen) Struktur Base Isolation

a. Periode Desain • Periode Minimum - Untuk Bangunan 8 Lantai =  $0,0466 \times 28,5,9 = 0,950$  detik - Untuk Bangunan 6 Lantai =  $0,0466 \times 21,5,9 = 0,737$  detik - Untuk Bangunan 4 Lantai =  $0,0466 \times 28,5,9 = 0,517$  detik • Periode Maksimum Berdasarkan SNI 1726:2019, nilai maksimum periode fundamental pendekatan ( $T_{a-max}$ ) tidak boleh melampaui hasil perkalian antara koefisien batas atas periode ( $C_u$ ) dan nilai minimum periode fundamental pendekatan ( $T_{a-min}$ ). Oleh karena itu, batas atas periode ( $T_{a-max}$ ). Nilai  $C_u$  didapat melalui parameter gempa yang telah dibahas di sub-bab sebelumnya, maka dapat dihitung  $T_{a-max}$  dari masing-masing model, yaitu: -

Untuk bangunan 8 Lantai =  $1,4 \times 0,950 = 1,33$  detik - Untuk bangunan 6 Lantai =  $1,4 \times 0,737 = 1,031$  detik - Untuk bangunan 4 Lantai =  $1,4 \times 0,517 = 0,723$  detik • Periode Aktual hasil perhitungan RSAP Periode yang didapat melalui output modal pada Robot Structural Analysis Professional, dapat dilihat pada tabel 4.45. Tabel 4. 9 Periode Aktual Hasil Perhitungan RSAP dari hasil analisis perhitungan menggunakan software RSAP, dengan membandingkannya terhadap batasan periode minimum ( $T_{a-min}$ ) dan maksimum ( $T_{a-max}$ ) yang telah dihitung sebelumnya, sesuai ketentuan berikut. Berdasarkan ketentuan diatas maka dapat ditentukan nilai periode yang digunakan pada struktur, yang disajikan pada tabel 4.46 berikut b.

Penentuan Koefisien Respon Seismik ( $C_s$ ) Untuk menentukan koefisien respon seismik minimum ( $C_{s-min}$ ), digunakan persamaan (4.8). Maka, dapat dihitung  $C_{s-min}$  yaitu:  $= 0,044 \times 0,679 \times 1,0 \geq 0,01 = 0,03 \geq 0,01$  Maka, nilai  $C_{s-min}$  digunakan yaitu 0,03 •  $C_{s-max}$  Untuk menentukan koefisien respon seismik maksimum ( $C_{s-max}$ ), digunakan persamaan (4.9).  $T = 1,33$  (Model 8 Lantai) = 1,032 (Model 6 Lantai) = 0,723 (Model 4 Lantai) Maka, Rekapitulasi nilai  $C_{s-max}$  tiap model bangunan dapat dilihat •  $C_{s-Hitung}$  Untuk menentukan koefisien respon seismik hitung ( $C_{s-hitung}$ ), digunakan persamaan (4.10). Maka, Rekapitulasi nilai  $C_{s-hitung}$  tiap model bangunan dapat dilihat pada Tabel 4.48 Untuk menentukan koefisien seismik pakai ( $C_s$ ), Karena model 8 lantai dan 6, maka digunakan  $C_{s-hitung}$ . Berikut rekapitulasi nilai  $C_s$  pada tiap model dapat dilihat pada tabel 4.49 c. Gaya Geser Dasar Seismik ( $V$ ) Untuk menentukan gaya geser dasar seismik ( $V$ ) dapat ditentukan berdasarkan “SNI 1726:2019 “Pasal 7.8.1 Prosedur gaya lateral ekuivalen, pada persamaan berikut. Berikut adalah rekapitulasi berat bangunan setiap model, terdapat pada tabel 4.50, 4.51, 4.52. Diubah ke kN menjadi  $1.997.110,100 \times 0,00980 = 19.571,68$  kN Diubah ke kN menjadi  $1491787,700 \times 0,00980 = 14.716,37$  kN Diubah ke kN menjadi  $986.465,300 \times 0,00980 = 9.674,27$  kN - Untuk Gedung 8 Lantai =  $0,059 \times 19571,68 = 1.169,23$  kN - Untuk Gedung 6 Lantai =  $0,077 \times 14716,37 = 1.133,02$  kN - Untuk Gedung 3 Lantai =  $0,085 \times 9674,27 = 821,$

4264 kN d. Distribusi Gaya Lateral ( $F_x$ ) Gaya geser dasar akibat gempa yang telah diperoleh kemudian didistribusikan ke setiap lantai sebagai gaya gempa lateral ( $F_x$ ), dengan besarnya ditentukan melalui persamaan berikut. Berikut adalah rekapitulasi distribusi gaya lateral pada tiap lantai, pada tabel 4.53 untuk bangunan 8 Lantai, 4.54 untuk bangunan 6 Lantai, dan 4.56 untuk bangunan 4 Lantai. Berdasarkan tabel di atas, maka nilai simpangan antar tingkat izin untuk semua struktur lainnya dengan kategori risiko II yaitu sebesar 0,020hsx yang dibagi dengan faktor redundansi 1,3 sesuai dengan “SNI-126-2019” Pasal 7.3.42. Di bawah ini merupakan tabel nilai displacement pada struktur dengan base isolation yang telah dikurangi dengan displacement relatif lantai dasar, dimana pada base isolation bangunan 8 lantai pada dasarnya mengalami perpindahan 67,58 mm, bangunan 6 lantai 50 mm, dan bangunan 4 lantai sebesar 33,02 mm. Perhitungan simpangan antar lantai pada arah X dan Y pada tiap model juga dapat dilihat pada Tabel 4.57 dan Tabel 4.58 untuk bangunan 8 Lantai, Tabel 4.59 dan Tabel 4.60 untuk bangunan 6 Lantai, Tabel Gambar 4. 2 Grafik Simpangan Antar Lantai Pada Struktur Pada Arah X dan Y Bangunan 4 Lantai

#### 4.6 Analisis Gaya Dalam

Analisis gaya dalam yang ditinjau yaitu meliputi elemen struktur pada balok dan kolom, yang diambil dari masing-masing model yang menggunakan dinding struktural dan base isolation. Maka diambil dari model 8 lantai dari masing-masing lantai pada balok dan berbagai kondisi pada kolom.

##### 4.6.1 Gaya Dalam Balok Struktur Dinding struktural

Gaya dalam pada balok yang dianalisa yaitu gaya dalam terbesar yang didapat melalui result dari RSAP di tiap lantainya, berikut rekapitulasi gaya dalam balok B1 300×500 pada tabel 4.63 Dari hasil gaya dalam yang dihasilkan oleh struktur dengan sistem dinding struktural, terjadi momen dan gaya geser tertinggi pada lantai 5, sedangkan untuk torsi tertinggi terdapat pada lantai 7.

##### 4.6.2 Gaya Dalam Kolom Struktur Dinding struktural

Berikut disajikan hasil gaya dalam yang terjadi pada elemen kolom pada struktur dengan dinding struktural, berdasarkan hasil analisis

menggunakan RSAP. Data yang ditampilkan mencakup gaya aksial, momen lentur dua arah, serta gaya geser yang terjadi pada berbagai kondisi maksimum yang terjadi pada kolom di member 11 pada lantai dasar, member 81, member 500, member 509, serta member 504 dan 506 dapat dilihat pada tabel 4.64 Berdasarkan hasil perhitungan, gaya aksial maksimum berkisar antara 1763,040 kN hingga 1782,250 kN. dan Momen M2 dan M3 mencapai nilai maksimum masing- masing sebesar 156,510 kNm dan 145,180 kNm, gaya geser yang terjadi pada kolom relatif, yaitu sebesar 73,290 kN.

#### 4.6.3 Gaya Dalam Balok Struktur Dengan Base Isolation

Gaya dalam pada balok yang dianalisa pada struktur dengan base isolation yaitu gaya dalam maksimum yang didapat melalui result dari RSAP di tiap lantainya, berikut rekapitulasi gaya dalam balok B1 300×500 pada tabel 4.65 Dari hasil gaya dalam pada balok struktur dengan base isolation, terjadi penurunan baik momen pada tumpuan dan lapangan, serta gaya geser dan torsi dari lantai 1 hingga lantai 8.

#### 4.6.4 Gaya Dalam Kolom Struktur Dengan Base Isolation

Berikut disajikan hasil gaya dalam yang terjadi pada elemen kolom pada struktur dengan base isolation, berdasarkan hasil analisis menggunakan RSAP. Data yang ditampilkan mencakup gaya aksial, momen lentur dua arah, serta gaya geser yang terjadi pada berbagai kondisi maksimum pada kolom di member 665 pada lantai dasar, member 4, member 15, member 10 serta member 18 dan 7, yang dapat dilihat pada tabel 4.66 Dari tabel 4.

Menunjukkan bahwa nilai gaya aksial terbesar pada sistem struktur dengan base isolation mencapai 1710,220 kN dan untuk momen lentur yang terjadi pada M2 dan M3 diangka 362,880 kN dan 360,540 kN.

#### 4.7 Hasil Analisis

Pada sub-bab ini membahas perbandingan hasil dari struktur dengan sistem dinding struktural

dan struktur dengan sistem base isolation yang telah dianalisis dengan prosedur gaya lateral ekuivalen. Di bawah ini akan dijelaskan secara rinci perbandingan dari kedua struktur.

#### 4.7.1 Perbandingan

Untuk memperoleh hasil analisis struktur yang baik, jumlah ragam yang digunakan dalam analisis harus mencukupi guna mencapai

partisipasi massa yang terkombina **3** i secara signifikan. Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.1, analisis modal wajib mencakup cukup banyak ragam hingga partisipasi massa terkombinasi mencapai 100% dari total massa struktur. Sebagai opsi lain, analisis tetap diperbolehkan jika menggunakan jumlah ragam minimum yang mampu mencakup paling tidak 90% massa aktual dalam masing-masing arah horizontal. Hasil partisipasi massa dari kedua model struktur, diambil salah satu model dengan ketinggian 8 Lantai dapat dilihat pada Tabel 8.1 dan 8.2, yang diambil dari Tabel 4.1 dan Tabel 6.2 Berdasarkan tabel diperoleh hasil modal pada struktur dengan sistem dinding struktural mencapai 94% untuk arah X pada mode ke-7, sedangkan untuk arah Y modal mencapai 94% pada mode ke-8. Pada mode 1 dan 2, diperoleh nilai periode 0,91 detik dan 0,89 detik. Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil modal struktur dengan sistem base isolation mencapai 90-100% pada mode ke-1 hingga ke - 7 pada arah X, dan untuk arah Y pada mode ke-2 hingga ke-15. Pada mode 1 dan 2, diperoleh nilai periode 2,39 detik dan 2,35 detik. 4.7.2 Perbandingan Gaya Geser Dasar (V) Dari hasil perhitungan yang telah dianalisa sebelumnya didapatkan perbedaan V base shear pada struktur dengan dinding struktural dan struktur base isolation adalah sebagai berikut. Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan grafik penurunan gaya geser dari sistem dinding struktural dan base isolation yang disajikan pada gambar 4.28 berikut. Penurunan gaya geser dasar paling besar terjadi pada struktur 8 lantai (39,5%), sedangkan pada 4 lantai hanya 13,9%. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh base isolation lebih signifikan pada struktur tinggi, karena periode alami struktur yang lebih besar lebih selaras dengan fungsi isolation itu sendiri dalam memperpanjang waktu getar dan mengurangi respons terhadap gempa. Dari hasil perbandingan, sistem base isolation terbukti mampu mengurangi gaya geser dasar secara signifikan, khususnya pada struktur bertingkat tinggi. Hal ini memperlihatkan bahwa penggunaan base isolator paling efektif diterapkan pada bangunan dengan jumlah lantai lebih banyak, di mana pengaruh gempa

terhadap struktur lebih besar. 4.7.3 Perbandingan Displacement dan Simpangan Antar Lantai Dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan nilai displacement dari masing-masing gedung dengan tinjauan gempa statik arah x dan arah y, didapatkan nilai sebagai berikut, pada bangunan 8 lantai. Arah X = 36,26% Arah Y = 35,47% Pada struktur dengan base isolation, displacement telah dikurangi dengan displacement relatif lantai dasar, dimana pada base isolation bangunan 8 lantai pada dasarnya mengalami perpindahan 67,58 mm, bangunan 6 lantai 50 mm, dan bangunan 4 lantai sebesar 33,02 mm. Berdasarkan gambar 4.31 – 4.33 dan tabel 4.70 sebelumnya, pada sistem struktur dengan sistem base Isolation mengalami displacement cenderung lebih besar terutama pada lantai 1-4, dibandingkan dengan sistem struktur dengan dinding struktural. Nilai simpangan yang lebih besar khususnya pada lantai 1-4 ini terjadi karena karakteristik utama dari sistem isolasi dasar, yang bekerja dengan menempatkan elemen fleksibel rubber pada dasar bangunan, yang secara signifikan mengurangi percepatan gempa yang diteruskan ke struktur atas, tetapi mengizinkan dasar bangunan bergerak secara lateral, ini menyebabkan displacement lantai dasar meningkat, karena lantai atas "terlepas" dari getaran tanah, dan bergerak sebagai massa yang relatif kaku di atas sistem isolasi. Oleh karena itu, meskipun displacement total terhadap dasar lebih besar, simpangan antar lantai (drift) justru menurun terutama pada bangunan 8 lantai, yang berarti risiko kerusakan struktur dan non-struktur berkurang. Dapat disimpulkan penyebab peningkatan displacement ini terjadi : 1. Fleksibilitas Base Isolation 2. Displacement dihitung terhadap lantai dasar Karena displacement diukur terhadap dasar, maka pergerakan pada isolator masuk sebagai bagian dari displacement lantai dasar. Sementara pada struktur dengan dinding struktural, pergerakan terhadap tanah langsung dihambat oleh elemen kaku seperti dinding struktural, sehingga nilai displacement lantai 1 relatif lebih kecil. Hasil ini sesuai dengan prinsip dasar sistem base isolation sebagaimana dijelaskan pada buku Dynamics Of Structures Theory and Applications to

Earthquake Engineering, bahwa base isolation mengurangi respons gempa dengan memperpanjang periode alami bangunan dan meningkatkan fleksibilitas dasar, hal ini menghasilkan displacement lateral yang lebih besar pada lantai bawah bangunan tapi mengurangi percepatan struktur atas (Chopra, 2017). Diperkuat pada penelitian Poudel & Aryal, t.t.,2020 yang menunjukkan bahwa base isolation menghasilkan displacement awal besar pada lantai bawah, namun jauh lebih kecil inter-story drift. Untuk simpangan antar lantai (drift), berdasarkan dari hasil perhitungan, drift masing-masing struktur untuk kedua arah gempa sebagai berikut, diambil salah satu model bangunan 8 lantai sebagai perbandingan hasil. Berdasarkan hasil analisis drift di tiap lantai, tampak bahwa bangunan dengan sistem base isolation cenderung memiliki nilai drift yang lebih rendah dibandingkan struktur dengan dinding struktural, khususnya pada lantai atas, kondisi ini mengindikasikan bahwa penggunaan sistem isolasi dasar efektif dalam menekan deformasi lateral akibat gaya gempa. Sementara itu, nilai drift yang masih cukup besar pada lantai bawah merupakan hal yang wajar karena sifat fleksibel dari base isolation. Pada bagian atap base isolation mereduksi drift sebesar: Arah X = 63,16% Arah Y = 64,37% dan untuk bangunan 6 lantai drift pada base isolation mereduksi di bagian atap, sebesar: Arah X = 36,77% Arah Y = 45,87% Sedangkan dan untuk bangunan 4 lantai drift pada base isolation mengalami peningkatan lebih besar dibanding struktur dengan dinding struktural, yaitu sebesar 50,50% dan pada Arah Y 40,13%.

#### 4.7.4 Perbandingan Momen Dan Gaya Geser Berdasarkan data tabel 4.63 dan tabel 4.65 pada sub-bab 4.7.4 di atas, dapat disimpulkan bahwa secara umum, elemen balok pada struktur dengan sistem base isolation mengalami peningkatan gaya dalam dibandingkan struktur dengan dinding struktural. Berikut adalah grafik perbandingan kenaikan (atau penurunan) gaya dalam balok antara struktur base isolation dan struktur dinding struktural untuk tiap lantai yang dapat dilihat pada gambar 4.37 sampai gambar 4.39 Berdasarkan gambar 4.37 dan 4.38, pada struktur: - Base isolation, gaya dalam pada balok

menunjukkan kecenderungan untuk menurun seiring bertambahnya ketinggian lantai. Gaya dalam terbesar umumnya terjadi pada lantai bawah (lantai 1-3), dan secara bertahap mengecil menuju lantai atas. Pola ini menunjukkan bahwa deformasi lateral dan rotasi relatif antar elemen struktur paling besar terjadi di bagian bawah struktur, akibat interaksi langsung dengan sistem isolator yang diletakkan pada lantai dasar. - Dinding struktural, pola distribusi gaya dalam menunjukkan kecenderungan meningkat hingga mencapai nilai maksimum pada pertengahan tinggi bangunan, kemudian menurun kembali di lantai atas. Hal ini sesuai dengan karakteristik dinding struktural sebagai elemen penahan lateral yang kaku, di mana respons struktur terhadap gempa cenderung terkonsentrasi pada titik-titik tertentu di tengah ketinggian bangunan, sebagai akibat dari pembentukan gaya inersia maksimum di area tersebut. Peningkatan pada struktur dengan base isolation terjadi pada: - Momen tumpuan sistem struktur dengan base isolation terutama di lantai 1-4, pada lantai 1 momen meningkat 264,22% dibandingkan dengan struktur dengan dinding struktural, hal ini menunjukkan bahwa displacement lateral besar dari isolator menghasilkan rotasi lebih besar pada ujung balok. - Gaya Geser mengalami peningkatan yang besar pada lantai 1-3 sebesar 158% pada lantai 1 walaupun gaya geser dasar lebih kecil. - Torsi, sedangkan untuk torsi mengalami penurunan yang cukup besar secara bertahap dari lantai dasar hingga atap, penurunan paling besar terjadi pada atap sebesar 64,38%, ini terjadi karena struktur menjadi lebih fleksibel lateral, sehingga rotasi yang menyebabkan torsi lokal berkurang. Dari hasil perbandingan gaya dalam yang diperoleh, meskipun base isolation terbukti efektif dalam menurunkan base shear (gaya geser dasar) secara signifikan, namun yang terjadi pada balok menunjukkan peningkatan gaya dalam khususnya momen dan gaya geser internal. Hal ini mengindikasikan bahwa pernyataan umum bahwa base isolation mengurangi semua gaya dalam perlu dieksplorasi lebih lanjut, hal ini dapat terjadi dikarenakan, - Dampak reduksi gaya geser dasar tanpa elemen penahan beban lateral Base

isolation memisahkan struktur atas dari pondasi, sehingga gaya lateral gempa yang sampai ke struktur atas berkurang drastis. Hal ini dibuktikan oleh penelitian Ghasemi & Talaeitaba, yang menyatakan base shear dan drift lantai turun secara signifikan pada struktur isolasi gempa, namun, karena tidak ada shear wall seperti pada struktur konvensional, balok dan kolom harus menanggung sisa beban lateral serta deformasi besar. Pada penelitian Fauzan dkk., 2020, yang menyatakan bahwa bahwa penggunaan HDRB base isolation menghasilkan pengurangan internal forces pada balok sebesar  $\pm 29\%$  (shear) dan  $\pm 35\%$  (momen), dibandingkan struktur fixed-base, namun penelitian ini menggunakan bangunan dengan shear wall tidak sepenuhnya SRPMK pada model bangunan dengan isolasi dasar penelitiannya. - Peningkatan perpindahan dan rotasi Struktur atas bergerak lebih bebas dan “melayang” karena isolasi, yang menyebabkan perpindahan (displacement) dan rotasi antar elemen meningkat, akibatnya muncul momen yang tinggi pada balok. Inilah yang menyebabkan gaya dalam balok meningkat meskipun gaya geser dasarnya turun. Selanjutnya analisis pada elemen kolom difokuskan pada kolom di lantai dasar yang mengalami gaya aksial paling besar pada titik tertentu. Penjelasan lebih lanjut mengenai gaya-gaya tersebut disajikan pada tabel 4. berikut ini. Tabel 4. 10 Gaya Dalam Kolom Berdasarkan hasil gaya dalam yang diperoleh struktur base isolation mengalami penurunan pada gaya aksialnya sebesar 72.03 kN. namun untuk momen pada M2 dan M3 mengalami peningkatan yang cukup besar. “Kesimpulan dan Saran” 5.1 Kesimpulan Berdasarkan hasil analisis menyeluruh terhadap perencanaan struktur bangunan, yang menggunakan sistem dinding struktural dan sistem struktur dengan base isolation tipe High Damping Rubber Bearing (HDRB) di Kota Jakarta Selatan, maka dapat disimpulkan beberapa hal dalam tugas akhir ini sebagai berikut: 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa periode struktur pada sistem dinding struktural adalah sebesar 0,91 detik, sedangkan pada struktur yang menggunakan base isolation, periode meningkat menjadi 2,39 detik pada bangunan 8 lantai. yang berarti, terjadi kenaikan periode

hampir 2,5 kali lipat dibandingkan struktur dengan dinding struktural, begitu juga untuk bangunan 6 dan 4 lantai. Peningkatan periode ini berdampak pada penurunan gaya gempa yang diterima oleh bangunan, karena bangunan beresilasi dengan frekuensi yang lebih rendah. 2. Berdasarkan hasil yang diperoleh nilai gaya geser dasar pada struktur yang menggunakan sistem dinding struktural lebih besar dari struktur dengan sistem base isolation, untuk bangunan 8 lantai penurunan gaya geser sebanyak 39,5% pada sistem base isolation daripada sistem struktur dengan dinding struktural, dan untuk bangunan 6 lantai 21,5% dan untuk bangunan 4 lantai 13,9%, maka dapat disimpulkan bahwa base isolation mampu mereduksi gaya geser dasar pada bangunan dengan menyerap gaya gempa yang bekerja, namun lebih efektif untuk bangunan bertingkat tinggi. 3. Untuk perbandingan displacement, pada model bangunan 8 lantai dari model bangunan dengan sistem struktur dinding struktural dan base isolation didapatkan nilai maksimum untuk struktur dengan dinding struktural, yaitu di Arah X sebesar 40,6 mm pada atap, dan untuk struktur dengan base isolation diperoleh nilai maksimum displacement di Arah 39,15 mm pada atap, sehingga pada sistem base isolation mengalami penurunan sebesar 1,45 mm pada atap. Didapatkan secara keseluruhan, perbandingan displacement untuk struktur base isolation terhadap struktur dinding struktural mengalami penurunan sebesar, Arah X, terjadi penurunan rata-rata sebesar 36,26%, Arah Y, terjadi penurunan rata-rata sebesar 35,47%, namun pada bangunan 4 lantai menunjukkan, bahwa hasil displacement meningkat pada struktur dengan base isolation, sehingga penggunaan sistem base isolation untuk bangunan bertingkat rendah kurang efektif. 4. Berdasarkan hasil analisis pada bangunan 8 lantai drift di tiap lantai, tampak bahwa bangunan dengan sistem base isolation cenderung memiliki nilai drift yang lebih rendah, Pada bagian atap base isolation mereduksi drift pada atap Arah X 63,16% dan Arah Y 64,37% dari sistem dengan dinding struktural, untuk bangunan 6 lantai pada atap Arah X 36,77% dan Arah Y 45,87% , namun untuk bangunan 4 lantai



REPORT #27593455

sistem dengan base isolation memiliki nilai drift yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem dinding struktural, sehingga untuk bangunan bertingkat rendah penggunaan base isolation kurang efektif. 5. Berdasarkan hasil yang dianalisis perbandingan gaya dalam pada struktur dengan dinding struktural dan base isolation, didapatkan hasil pada balok mengalami peningkatan pada struktur base isolation, yaitu momen tumpuan balok 264.22%, dan untuk Momen lapangan 361.26%, dan untuk kolom diperoleh struktur base isolation mengalami penurunan pada gaya aksialnya 72,03 kN, namun momen pada M2 dan gaya geser meningkat lebih dari 100%, hal ini menunjukkan dampak dari reduksi gaya geser dasar tanpa elemen penahan beban lateral seperti dinding struktural yang diberikan ke kolom dan balok serta Peningkatan perpindahan dan rotasi. 5.2 Saran Penelitian ini mengevaluasi respons struktur akibat penggunaan base isolator tipe HDRB dengan kode HH065X6R. Analisis dilakukan menggunakan metode Analisis linear Statik, Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen, dengan memanfaatkan data tanah dan gempa di Kota Jakarta Selatan, untuk membandingkan periode struktur, perpindahan, serta simpangan antar lantai di bangunan yang menggunakan sistem base isolation d



REPORT #27593455

## Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	<b>1.52%</b> <a href="https://ciptakarya.pu.go.id">ciptakarya.pu.go.id</a>	●
	<a href="https://ciptakarya.pu.go.id/admin/assets/upload/galeri/gempa/2025/05/21/201...">https://ciptakarya.pu.go.id/admin/assets/upload/galeri/gempa/2025/05/21/201...</a>	
INTERNET SOURCE		
2.	<b>1.47%</b> <a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a>	●
	<a href="https://www.slideshare.net/slideshow/sni-17262019-persyaratan-beton-struktu...">https://www.slideshare.net/slideshow/sni-17262019-persyaratan-beton-struktu...</a>	
INTERNET SOURCE		
3.	<b>1.45%</b> <a href="https://repository.usbypkp.ac.id">repository.usbypkp.ac.id</a>	●
	<a href="https://repository.usbypkp.ac.id/5764/7/6.%20SKRIPSI%20FULL.pdf">https://repository.usbypkp.ac.id/5764/7/6.%20SKRIPSI%20FULL.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
4.	<b>1.28%</b> <a href="https://eskripsi.usm.ac.id">eskripsi.usm.ac.id</a>	● ●
	<a href="https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2018/C.131.18.0010/C.131.18.0010-1..">https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2018/C.131.18.0010/C.131.18.0010-1..</a>	
INTERNET SOURCE		
5.	<b>0.91%</b> <a href="https://elibrary.unikom.ac.id">elibrary.unikom.ac.id</a>	●
	<a href="https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/8884/8/UNIKOM_Ali%20Akhbar%20Rafsa..">https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/8884/8/UNIKOM_Ali%20Akhbar%20Rafsa..</a>	
INTERNET SOURCE		
6.	<b>0.83%</b> <a href="https://eprints.undip.ac.id">eprints.undip.ac.id</a>	●
	<a href="https://eprints.undip.ac.id/34659/6/1743_CHAPTER_III.pdf">https://eprints.undip.ac.id/34659/6/1743_CHAPTER_III.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
7.	<b>0.82%</b> <a href="https://teras.unimal.ac.id">teras.unimal.ac.id</a>	●
	<a href="https://teras.unimal.ac.id/index.php/teras/article/view/139/115">https://teras.unimal.ac.id/index.php/teras/article/view/139/115</a>	
INTERNET SOURCE		
8.	<b>0.79%</b> <a href="https://eskripsi.usm.ac.id">eskripsi.usm.ac.id</a>	● ●
	<a href="https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2018/C.131.18.0039/C.131.18.0039-0..">https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2018/C.131.18.0039/C.131.18.0039-0..</a>	
INTERNET SOURCE		
9.	<b>0.78%</b> <a href="https://eprints.undip.ac.id">eprints.undip.ac.id:443</a>	●
	<a href="https://eprints.undip.ac.id:443/34487/4/1750_chapter_II.pdf">https://eprints.undip.ac.id:443/34487/4/1750_chapter_II.pdf</a>	



REPORT #27593455

INTERNET SOURCE		
10. 0.73%	<a href="http://eprints.binadarma.ac.id/9243/1/PER%2002_Statika-Pembebanan%28202...">eprints.binadarma.ac.id</a> <a href="http://eprints.binadarma.ac.id/9243/1/PER%2002_Statika-Pembebanan%28202...">http://eprints.binadarma.ac.id/9243/1/PER%2002_Statika-Pembebanan%28202...</a>	●
INTERNET SOURCE		
11. 0.69%	<a href="http://eprints.itn.ac.id/8767/3/1721021_BAB%202.pdf">eprints.itn.ac.id</a> <a href="http://eprints.itn.ac.id/8767/3/1721021_BAB%202.pdf">http://eprints.itn.ac.id/8767/3/1721021_BAB%202.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
12. 0.6%	<a href="https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/4299/2599">journal.untar.ac.id</a> <a href="https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/4299/2599">https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/4299/2599</a>	●
INTERNET SOURCE		
13. 0.56%	<a href="https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/22734/2/198110129%20...">repositori.uma.ac.id</a> <a href="https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/22734/2/198110129%20...">https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/22734/2/198110129%20...</a>	●
INTERNET SOURCE		
14. 0.54%	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/11732728.pdf">core.ac.uk</a> <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/11732728.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/11732728.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
15. 0.52%	<a href="https://www.academia.edu/83525883/Evaluasi_Kinerja_Gedung_Menggunakan...">www.academia.edu</a> <a href="https://www.academia.edu/83525883/Evaluasi_Kinerja_Gedung_Menggunakan...">https://www.academia.edu/83525883/Evaluasi_Kinerja_Gedung_Menggunakan...</a>	●
INTERNET SOURCE		
16. 0.46%	<a href="https://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/1926/1091/6...">ojs.polmed.ac.id</a> <a href="https://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/1926/1091/6...">https://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/1926/1091/6...</a>	●
INTERNET SOURCE		
17. 0.46%	<a href="https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2020/C.111.20.0072/C.111.20.0072-1..">eskripsi.usm.ac.id</a> <a href="https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2020/C.111.20.0072/C.111.20.0072-1..">https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2020/C.111.20.0072/C.111.20.0072-1..</a>	●
INTERNET SOURCE		
18. 0.45%	<a href="https://repository.its.ac.id/42317/1/3114030038_3114030062-Non_Degree.pdf">repository.its.ac.id</a> <a href="https://repository.its.ac.id/42317/1/3114030038_3114030062-Non_Degree.pdf">https://repository.its.ac.id/42317/1/3114030038_3114030062-Non_Degree.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
19. 0.43%	<a href="http://repository.unissula.ac.id/34718/1/Teknik%20Sipil_30202000245_fullpdf.p...">repository.unissula.ac.id</a> <a href="http://repository.unissula.ac.id/34718/1/Teknik%20Sipil_30202000245_fullpdf.p...">http://repository.unissula.ac.id/34718/1/Teknik%20Sipil_30202000245_fullpdf.p...</a>	●
INTERNET SOURCE		
20. 0.42%	<a href="http://arsibook.blogspot.com/2017/04/struktur-dalam-arsitektur.html">arsibook.blogspot.com</a> <a href="http://arsibook.blogspot.com/2017/04/struktur-dalam-arsitektur.html">http://arsibook.blogspot.com/2017/04/struktur-dalam-arsitektur.html</a>	●



REPORT #27593455

INTERNET SOURCE		
21.	<b>0.38%</b> <a href="http://www.sarastiana.com">www.sarastiana.com</a>	●
	<a href="https://www.sarastiana.com/2020/08/kriteria-pembebanan-struktur.html">https://www.sarastiana.com/2020/08/kriteria-pembebanan-struktur.html</a>	
INTERNET SOURCE		
22.	<b>0.35%</b> <a href="http://erepository.uwks.ac.id">erepository.uwks.ac.id</a>	●
	<a href="https://erepository.uwks.ac.id/15629/3/BAB%202.pdf">https://erepository.uwks.ac.id/15629/3/BAB%202.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
23.	<b>0.33%</b> <a href="http://eprints.umm.ac.id">eprints.umm.ac.id</a>	●
	<a href="https://eprints.umm.ac.id/2083/3/BAB%20II.pdf">https://eprints.umm.ac.id/2083/3/BAB%20II.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
24.	<b>0.33%</b> <a href="http://journal.ipb.ac.id">journal.ipb.ac.id</a>	●
	<a href="https://journal.ipb.ac.id/index.php/jsil/article/view/37501/24693">https://journal.ipb.ac.id/index.php/jsil/article/view/37501/24693</a>	
INTERNET SOURCE		
25.	<b>0.3%</b> <a href="http://jurnal.ugr.ac.id">jurnal.ugr.ac.id</a>	●
	<a href="https://jurnal.ugr.ac.id/index.php/jir/article/download/481/389">https://jurnal.ugr.ac.id/index.php/jir/article/download/481/389</a>	
INTERNET SOURCE		
26.	<b>0.26%</b> <a href="http://teslink.nusaputra.ac.id">teslink.nusaputra.ac.id</a>	●
	<a href="https://teslink.nusaputra.ac.id/article/download/105/49/">https://teslink.nusaputra.ac.id/article/download/105/49/</a>	
INTERNET SOURCE		
27.	<b>0.24%</b> <a href="http://eprints.ums.ac.id">eprints.ums.ac.id</a>	●
	<a href="https://eprints.ums.ac.id/56142/7/2.%20BAB%20II.pdf">https://eprints.ums.ac.id/56142/7/2.%20BAB%20II.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
28.	<b>0.22%</b> <a href="http://www.jurnal-unsultra.ac.id">www.jurnal-unsultra.ac.id</a>	●
	<a href="https://www.jurnal-unsultra.ac.id/index.php/scej/article/view/916/704">https://www.jurnal-unsultra.ac.id/index.php/scej/article/view/916/704</a>	
INTERNET SOURCE		
29.	<b>0.22%</b> <a href="http://erepository.uwks.ac.id">erepository.uwks.ac.id</a>	●
	<a href="https://erepository.uwks.ac.id/15623/7/BAB%206.pdf">https://erepository.uwks.ac.id/15623/7/BAB%206.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
30.	<b>0.21%</b> <a href="http://www.situstekniksipil.com">www.situstekniksipil.com</a>	●
	<a href="https://www.situstekniksipil.com/2017/10/deskripsi-pembebanan-pada-gedung...">https://www.situstekniksipil.com/2017/10/deskripsi-pembebanan-pada-gedung...</a>	
INTERNET SOURCE		
31.	<b>0.21%</b> <a href="http://www.ocw.upj.ac.id">www.ocw.upj.ac.id</a>	●
	<a href="https://www.ocw.upj.ac.id/files/Slide-TSP407-Struktur-Beton-Lanjutan-TSP-407...">https://www.ocw.upj.ac.id/files/Slide-TSP407-Struktur-Beton-Lanjutan-TSP-407...</a>	

REPORT #27593455

INTERNET SOURCE		
32.	<b>0.21%</b> <a href="https://jurnal.untan.ac.id">jurnal.untan.ac.id</a> <a href="https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/download/53691/75676592...">https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/download/53691/75676592...</a>	●
INTERNET SOURCE		
33.	<b>0.2%</b> <a href="https://eprints.umm.ac.id">eprints.umm.ac.id</a> <a href="https://eprints.umm.ac.id/id/eprint/1557/3/3.%20BAB%20II.pdf">https://eprints.umm.ac.id/id/eprint/1557/3/3.%20BAB%20II.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
34.	<b>0.2%</b> <a href="https://eprints.unram.ac.id">eprints.unram.ac.id</a> <a href="https://eprints.unram.ac.id/44864/2/WAHYU%20TAUFIQ%20HIDAYAT%20-%20F...">https://eprints.unram.ac.id/44864/2/WAHYU%20TAUFIQ%20HIDAYAT%20-%20F...</a>	●
INTERNET SOURCE		
35.	<b>0.19%</b> <a href="https://eprints.umm.ac.id">eprints.umm.ac.id</a> <a href="https://eprints.umm.ac.id/9302/39/BAB%20II.pdf">https://eprints.umm.ac.id/9302/39/BAB%20II.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
36.	<b>0.17%</b> <a href="https://jurnal.syntax-idea.co.id">jurnal.syntax-idea.co.id</a> <a href="https://jurnal.syntax-idea.co.id/index.php/syntax-idea/article/download/10068/...">https://jurnal.syntax-idea.co.id/index.php/syntax-idea/article/download/10068/...</a>	●
INTERNET SOURCE		
37.	<b>0.16%</b> <a href="https://etd.umy.ac.id">etd.umy.ac.id</a> <a href="https://etd.umy.ac.id/42789/4/Bab%20I.pdf">https://etd.umy.ac.id/42789/4/Bab%20I.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
38.	<b>0.16%</b> <a href="http://ejournal.itats.ac.id">ejournal.itats.ac.id</a> <a href="http://ejournal.itats.ac.id/jtm/article/download/4533/3256">http://ejournal.itats.ac.id/jtm/article/download/4533/3256</a>	●
INTERNET SOURCE		
39.	<b>0.15%</b> <a href="https://digilib.itb.ac.id">digilib.itb.ac.id</a> <a href="https://digilib.itb.ac.id/assets/files/disk1/469/jbptitbpp-gdl-yunithaput-23416-3...">https://digilib.itb.ac.id/assets/files/disk1/469/jbptitbpp-gdl-yunithaput-23416-3...</a>	●
INTERNET SOURCE		
40.	<b>0.13%</b> <a href="https://jurnal.usbypkp.ac.id">jurnal.usbypkp.ac.id</a> <a href="https://jurnal.usbypkp.ac.id/index.php/simteks/article/download/3946/1169/11...">https://jurnal.usbypkp.ac.id/index.php/simteks/article/download/3946/1169/11...</a>	●
INTERNET SOURCE		
41.	<b>0.12%</b> <a href="https://repository.unwira.ac.id">repository.unwira.ac.id</a> <a href="https://repository.unwira.ac.id/15893/5/BAB%20IV.pdf">https://repository.unwira.ac.id/15893/5/BAB%20IV.pdf</a>	●
INTERNET SOURCE		
42.	<b>0.12%</b> <a href="https://www.clapeyronmedia.com">www.clapeyronmedia.com</a> <a href="https://www.clapeyronmedia.com/blog/2022/06/01/resiliensi-gempa-dengan-ba..">https://www.clapeyronmedia.com/blog/2022/06/01/resiliensi-gempa-dengan-ba..</a>	●



REPORT #27593455

INTERNET SOURCE		
43.	0.12% mediaindonesia.com	●
	<a href="https://mediaindonesia.com/humaniora/769328/data-cara-mendapatkan-dan-je..">https://mediaindonesia.com/humaniora/769328/data-cara-mendapatkan-dan-je..</a>	
INTERNET SOURCE		
44.	0.11% eprints.unmas.ac.id	●
	<a href="https://eprints.unmas.ac.id/id/eprint/1606/2/282.FT-SIP-13-50.pdf">https://eprints.unmas.ac.id/id/eprint/1606/2/282.FT-SIP-13-50.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
45.	0.11% digilib.itb.ac.id	●
	<a href="https://digilib.itb.ac.id/assets/files/disk1/554/jbptitbpp-gdl-diahpuspit-27690-5-...">https://digilib.itb.ac.id/assets/files/disk1/554/jbptitbpp-gdl-diahpuspit-27690-5-...</a>	
INTERNET SOURCE		
46.	0.09% stekom.ac.id	●
	<a href="https://stekom.ac.id/artikel/perencanaan-struktur-baja-untuk-bangunan-tinggi">https://stekom.ac.id/artikel/perencanaan-struktur-baja-untuk-bangunan-tinggi</a>	
INTERNET SOURCE		
47.	0.09% www.gamedia.com	●
	<a href="https://www.gamedia.com/literasi/rumus-gaya/?srsltid=AfmBOooudWcVx9bIhx...">https://www.gamedia.com/literasi/rumus-gaya/?srsltid=AfmBOooudWcVx9bIhx...</a>	
INTERNET SOURCE		
48.	0.04% media.neliti.com	●
	<a href="https://media.neliti.com/media/publications/212167-analisis-kinerja-struktur-p...">https://media.neliti.com/media/publications/212167-analisis-kinerja-struktur-p...</a>	

● QUOTES

INTERNET SOURCE		
1.	0.65% repository.usbypkp.ac.id	
	<a href="https://repository.usbypkp.ac.id/5764/7/6.%20SKRIPSI%20FULL.pdf">https://repository.usbypkp.ac.id/5764/7/6.%20SKRIPSI%20FULL.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
2.	0.53% erepository.uwks.ac.id	
	<a href="https://erepository.uwks.ac.id/15623/7/BAB%206.pdf">https://erepository.uwks.ac.id/15623/7/BAB%206.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
3.	0.48% erepository.uwks.ac.id	
	<a href="https://erepository.uwks.ac.id/15629/3/BAB%202.pdf">https://erepository.uwks.ac.id/15629/3/BAB%202.pdf</a>	
INTERNET SOURCE		
4.	0.33% eskripsi.usm.ac.id	
	<a href="https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2019/C.111.19.0060/C.111.19.0060-0..">https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2019/C.111.19.0060/C.111.19.0060-0..</a>	



REPORT #27593455

INTERNET SOURCE

5. **0.33%** [digilib.itb.ac.id](https://digilib.itb.ac.id)

<https://digilib.itb.ac.id/assets/files/disk1/551/jbptitbpp-gdl-heryadihdi-27545-3-...>

INTERNET SOURCE

6. **0.3%** [repositori.uma.ac.id](https://repositori.uma.ac.id)

<https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/22734/2/198110129%20...>

INTERNET SOURCE

7. **0.29%** [digilib.unila.ac.id](https://digilib.unila.ac.id)

[https://digilib.unila.ac.id/81401/3/Vivian%20Chen\\_2015011051\\_Teknik%20Sipil...](https://digilib.unila.ac.id/81401/3/Vivian%20Chen_2015011051_Teknik%20Sipil...)

INTERNET SOURCE

8. **0.23%** [repository.ub.ac.id](https://repository.ub.ac.id)

<https://repository.ub.ac.id/182926/2/0520070181-Adithia%20Ramadhani..pdf>

INTERNET SOURCE

9. **0.15%** [stekom.ac.id](https://stekom.ac.id)

<https://stekom.ac.id/artikel/perencanaan-struktur-baja-untuk-bangunan-tinggi>

INTERNET SOURCE

10. **0.08%** [repository.unwira.ac.id](https://repository.unwira.ac.id)

<https://repository.unwira.ac.id/1165/5/BAB%20IV%20ANALISA%20DAN%20PEM...>

INTERNET SOURCE

11. **0.07%** [eprints.umm.ac.id](https://eprints.umm.ac.id)

<https://eprints.umm.ac.id/id/eprint/1557/3/3.%20BAB%20II.pdf>

INTERNET SOURCE

12. **0.06%** [jurnal.usbypkp.ac.id](https://jurnal.usbypkp.ac.id)

<https://jurnal.usbypkp.ac.id/index.php/simteks/article/download/3946/1169/11...>

INTERNET SOURCE

13. **0.04%** [eskripsi.usm.ac.id](https://eskripsi.usm.ac.id)

<https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2018/C.131.18.0010/C.131.18.0010-1..>