

Analisis Perbandingan Perencanaan Bangunan Gedung SMK-SMAK Makassar Dengan *Expasion Joint* Dan Tanpa *Expansion Joint* Pada Dilatasi Bangunan Gedung

Mutmainnah¹, Zainal Arifin Halim², Andi Muh. Ashad Sadiq³

¹Universitas Islam Makassar, ²Universitas Islam Makassar, ³Universitas Islam Makassar

[1mutmainnah7141@gmail.com](mailto:mutmainnah7141@gmail.com), [2zainalarifinhalim.dty@uim-makassar.ac.id](mailto:zainalarifinhalim.dty@uim-makassar.ac.id), [3am.ashad.shadiq@uim-makassar.ac.id](mailto:am.ashad.shadiq@uim-makassar.ac.id)

Abstrak

Indonesia merupakan wilayah rawan gempa sehingga perencanaan struktur gedung perlu mempertimbangkan penggunaan dilatasi. Namun, bangunan dengan panjang <60 m dan denah beraturan berpotensi mengalami inefisiensi jika tetap menggunakan *expansion joint*. Penelitian ini membandingkan kinerja struktur Gedung SMK-SMAK Makassar (54,3 m, 4 lantai) antara model dengan *expansion joint* dan tanpa *expansion joint*. Metode yang digunakan adalah analisis komparatif numerik dengan ETABS v2022, mengacu pada SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019 untuk wilayah Makassar kelas situs SE(tanah lunak). Hasil menunjukkan model tanpa *expansion joint* mereduksi simpangan antar lantai rata-rata 15,65% (arah X) dan 7,52% (arah Y), periode alami lebih rendah (0,920 detik vs 0,940 detik), serta gaya geser dasar turun 1,99%. Kedua model memenuhi batas aman SNI. Disimpulkan bahwa desain tanpa *expansion joint* lebih efisien tanpa mengorbankan keselamatan.

Kata Kunci: Dilatasi, *Expansion joint*, ETABS, Gempa, Simpangan antar lantai, Periode Alami, Gaya Geser, P-Delta.

Abstract

Indonesia is an earthquake-prone area, so building structure planning needs to consider the use of dilation. However, buildings with a length of <60 m and regular plans have the potential to experience inefficiency if they continue to use *expansion joints*. This study compares the performance of the structure of the Makassar SMK-SMAK Building (54.3 m, 4 floors) between the model with an *expansion joint* and without an *expansion joint*. The method used is a numerical comparative analysis with ETABS v2022, referring to SNI 1727:2020 and SNI 1726:2019 for the Makassar area of the SE site class (soft soil). The results showed that the model without an *expansion joint* reduced the deviation between floors by an average of 15.65% (X direction) and 7.52% (Y direction), lower natural periods (0.920 seconds vs 0.940 seconds), and the base shear force decreased by 1.99%. Both

models meet SNI's safe limits. It was concluded that a design without an expansion joint is more efficient without sacrificing safety.

Keywords: Dilation, *Expansion joint*, ETABS, Earthquake, Story drift, periode, Base shear, P-Delta.

I. PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik aktif dunia sehingga menjadi salah satu kawasan dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia [1]. Kondisi ini menyebabkan wilayah Indonesia sangat rentan terhadap kejadian gempa bumi, seperti yang tercatat oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dengan lebih dari 4.700 kejadian gempa dalam kurun waktu Januari hingga Juni 2021 [2]. Berdasarkan standar perencanaan yang berlaku seperti *ACI Committee 224*, penggunaan dilatasi secara mutlak direkomendasikan hanya jika panjang bangunan melebihi 60 m atau memiliki bentuk denah yang sangat kompleks [3]. efektivitas penggunaan dilatasi sangat bergantung pada konfigurasi geometri dan panjang bangunan [3].

Penggunaan dilatasi pada bangunan dengan panjang menengah seperti Gedung SMK-SMAK Makassar perlu dikaji ulang secara komparatif agar tidak terjadi overdesign yang merugikan. meskipun dilatasi efektif untuk bangunan dengan bentuk denah sangat tidak beraturan seperti L atau T, namun pada bangunan dengan denah relatif beraturan seperti memanjang lurus, manfaat pengurangan tegangan tidak sebesar pada bangunan L, sementara kerugian pengurangan kekakuan tetap terjadi. Tujuan dari penelitian ini yakni membandingkan simpangan antar lantai antara model struktur Gedung SMK-SMAK Makassar yang menggunakan *expansion joint* dengan yang tidak menggunakan *expansion joint*, serta menganalisis perbedaan signifikan stabilitas struktur akibat beban gempa pada kedua model tersebut. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan

rekomendasi teknis kepada para perencana di Makassar mengenai keputusan penggunaan atau peniadaan expansion joint, sehingga tercipta desain yang aman terhadap gempa sekaligus hemat biaya konstruksi.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan penggunaan expansion joint pada dilatasi terhadap simpangan antar lantai pada struktur gedung SMK-SMAK Makassar dibandingkan desain tanpa *expansion joint* pada dilatasi?
2. Apakah terdapat perbedaan signifikan stabilitas struktur gedung SMK-SMAK Makassar akibat beban gempa ketika direncanakan dengan dan tanpa *expansion joint* pada dilatasi?

Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis dan membandingkan pengaruh penggunaan expansion joint pada dilatasi terhadap simpangan antar lantai (*story drift*) pada struktur gedung SMK-SMAK Makassar dibandingkan dengan desain tanpa *expansion joint*.
2. Untuk mengevaluasi perbedaan signifikansi stabilitas struktur gedung SMK-SMAK Makassar akibat pembebanan gempa antara perencanaan yang menggunakan *expansion joint* dan tanpa *expansion joint* pada dilatasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bangunan Gedung

Bangunan gedung merupakan struktur buatan yang dirancang untuk menampung aktivitas manusia, seperti pendidikan, perkantoran, atau hunian, dengan mempertimbangkan faktor keamanan, fungsi, estetika, dan daya tahan terhadap beban lingkungan [4]. Secara umum, bangunan gedung terdiri dari beberapa bagian struktur utama, yakni pondasi, sloof/tiebeam, kolom, balok, dan pelat lantai.

Beban yang Bekerja pada Struktur

Dalam konteks perencanaan bangunan gedung, baik yang bertingkat maupun tidak, bangunan harus dirancang untuk menahan berbagai beban, seperti beban mati (dead load), berat struktur sendiri; beban hidup (live load) aktivitas pengguna; dan beban lateral seperti beban gempa dan angin.

Dilatasi Bangunan Gedung

Dilatasi adalah pemisahan struktur yang bertujuan memitigasi kerusakan akibat interaksi antar elemen bangunan yang memiliki karakteristik dinamis berbeda atau dimensi yang panjang. Pada daerah rawan gempa, penentuan jarak antar bangunan (*separation gap*) sangat krusial untuk mencegah terjadinya benturan antar gedung (*pounding effect*) saat struktur mengalami simpangan lateral maksimum [5]. Prinsip dan posisi dilatasi berfungsi menghindari terjadinya keretakan atau putus sistem struktur bangunan apabila terjadi beban pada bangunan, karena hal ini akan mengakibatkan benturan antar

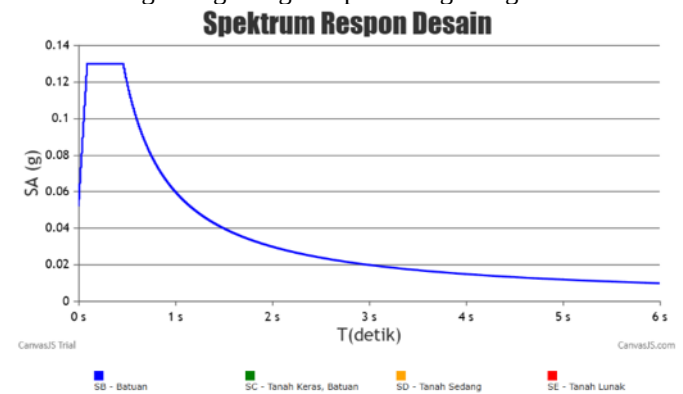
bangunan tersebut. Dan benturan pada elemen struktur dapat menyebabkan keruntuhan pada bangunan [6].

Konsep Expansion Joint

Expansion Joint (siar muai) adalah celah yang direncanakan pada struktur bangunan untuk mengakomodasi pergerakan akibat pemuaian dan penyusutan material, perubahan suhu, angin, serta beban seismik. Expansion joint berfungsi sebagai sambungan fleksibel yang membagi bangunan menjadi blok-blok lebih kecil sehingga setiap blok dapat bergerak relatif tanpa menimbulkan tegangan berlebih dan retak struktural.

Parameter Gempa Wilayah Makassar

Kinerja struktur gedung terhadap beban lateral, baik yang berasal dari gempa bumi maupun perubahan suhu lingkungan, merupakan aspek krusial dalam perencanaan bangunan beton bertulang di wilayah dengan tingkat aktivitas seismik menengah hingga tinggi seperti Kota Makassar. Untuk itu perlu penentuan parameter gempa dimana mengacu pada standar SNI 1726:2019 yang mengatur tata cara perencanaan ketahanan gempa pada struktur bangunan gedung maupun non-gedung.



Gambar 2 Diagram spektrum respon desain wilayah Makassar

III. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Kuantitatif dengan pendekatan simulasi numerik menggunakan perangkat lunak ETABS 2022.

Lokasi, Waktu serta Obyek Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan sejak diterbitkannya izin penelitian, selama kurang lebih dua bulan, meliputi pengumpulan dan pengolahan data. Selama periode tersebut, data diperoleh melalui observasi dan kemudian disajikan dalam bentuk hasil uji sesuai dengan tahapan penelitian.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lokasi pembangunan Gedung SMK-SMAK Makassar, yang berada di Jl. Urip Sumoharjo KM.4, Pampang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90233.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif

dengan pendekatan simulasi numerik. Peneliti membangun dua model struktur yaitu model dengan *Expansion Joint* dan Tanpa *Expansion Joint*. Tahapan meliputi pengumpulan data seismik Makassar, pembangunan model di ETABS, hingga analisis beban lateral menggunakan metode respon spektrum.

Data Penelitian

1. Data Umum Bangunan
 - a. Nama bangunan : Gedung sekolah
 - b. Lokasi : Kota Makassar
 - c. Kondisi tanah : Tanah lunak (SE)
 - d. Fungsi : Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan
 - e. Luas : 1411,8 m²
 - f. Jumlah lantai : 4
 - g. Material : Beton bertulang
2. *Properties Material*
 - a. Beton : f'c 30 Mpa
 - b. Baja tulangan : E_s 200.000 Mpa

Rancangan Penelitian

Struktur bangunan dirancang merupakan bangunan gedung beton bertulang. Pemodelan struktur terdiri dari 2 model yaitu Dengan *Expansion Joint* dan Tanpa *Expansion Joint*.

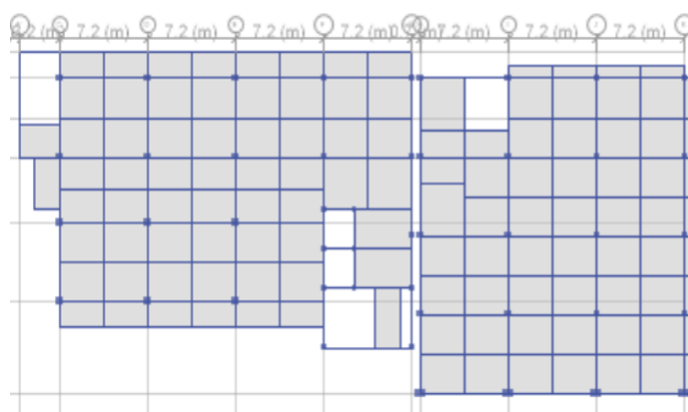
Alur Penelitian

1. Mengkaji referensi dilatasi (*expansion joint*), regulasi SNI 1726: 2019, 1727:2020, 2847:2019, dan penelitian dilatasi
2. Pengumpulan data:
 - a. Data primer: Denah gedung
 - b. Data sekunder: respon spektrum wilayah makassar, data Geoteknik serta standar desain (SNI)
3. Pemodelan struktur di ETABS:
 - a. Membuat model dengan *Expansion Joint*
 - b. Membuat model tanpa *Expansion Joint*
4. Input beban gravitasi dan beban gempa *respons spektrum*
5. Analisis struktur
6. Cek kontrol syarat SNI apakah *mass source* sudah 100%, partisipasi massa > 90%, dan simpangan aman.
7. Ekstraksi & membandingkan data waktu getar alami, gaya geser, dan efek P-Delta.
8. Menghitung persentase reduksi respon.

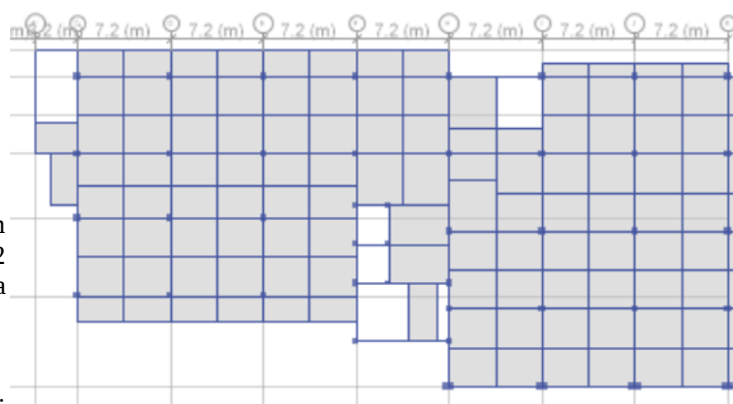
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Penyajian Data

Objek penelitian ini adalah sebuah gedung sekolah berlantai 4 yang memiliki dimensi panjang struktur sebesar 54,323 m dan lebar 26 m.



Gambar 1 Denah bangunan dengan *expansion joint*



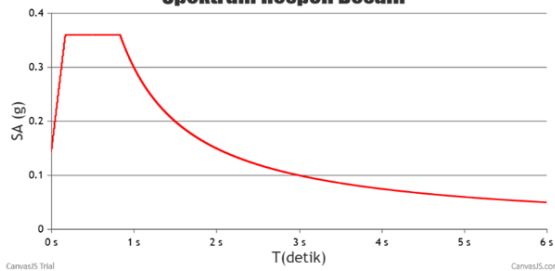
Gambar 9 Denah bangunan tanpa *expansion joint*

Pembebanan

Dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, beban angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut SNI 1727:2019.

1. Berat sendiri struktur
2. Beban mati tambahan = 4,78 kN/m²
3. Beban hidup lantai kantor = 1,92 kN/m²
4. Beban hidup atap = 0,96 kN/m²
5. Beban hujan = 0,343 Kn/m²

Parameter Analisis Gempa Respon Spektrum Spektrum Respon Desain



Gambar 15 Kurva Respon Spektrum Wilayah Makassar

$PGAm = 0,1117$

Spektral Percepatan Periode Pendek (S_s) = 0,2247

Spektral Percepatan Periode 1 Detik (S_1) = 0,1086

Transisi Periode Panjang (TL) = 16

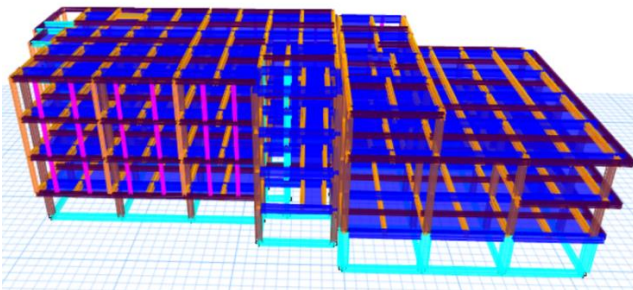
Koefisien Situs, $F_a = 2,4$

Koefisien Situs, $F_v = 4,2$

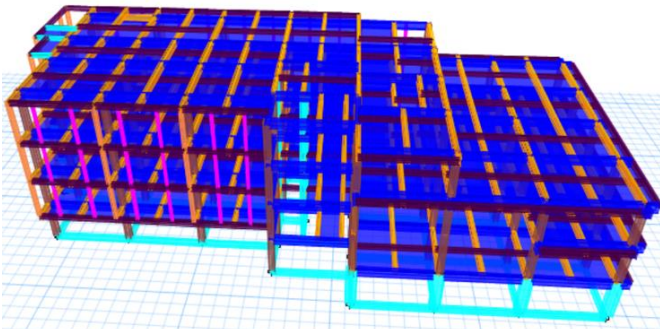
Percepatan Desain Periode Pendek (SDS) = 0,36

Percepatan Desain Periode 1 Detik (SD_1) = 0,30

Pemodelan Struktur Menggunakan *Fixed Base* dan *Base Isolation*



Gambar 10 Tampak 3D Gedung dengan *Expansion joint*



Gambar 11 Tampak 3D Gedung tanpa *Expansion joint*

Parameter Dinamik

1. Simpangan antar lantai

Hasil respon struktur antara menggunakan *expansion joint* (dilatasi) dan tanpa *expansion joint* dapat dilihat dari simpangan antar lantai pada gambar 19 dan 20.



Gambar 19 Perbandingan Simpang Antar Lantai Akibat Beban Gempa Dinamik Arah X



Gambar 2 Perbandingan Simpang Antar Lantai Akibat Beban Gempa Dinamik Arah Y

Table 1. Reduksi simpangan antar lantai pada bangunan dengan *expansion joint* dan tanpa *expansion joint* akibat beban gempa dinamik arah X

Story	Expansion Joint (dilatasi)	Non-Expansion Joint	Reduksi (%)
I	II	III	IV
5	10,116	9.394	7,14%
4	17.479	14.879	14,87%
3	23.474	20.049	14,59%
2	18.843	13.948	25,98%
1	0,000	0,000	0,00%
Rata-rata			15,65%

Sumber: Olah Data

Table 13. Reduksi simpangan antar lantai pada bangunan dengan *expansion joint* dan tanpa *expansion joint* akibat beban gempa dinamik arah Y

Story	Expansion Joint (dilatasi)	Non-Expansion Joint	Reduksi (%)
I	II	III	IV
5	13,776	12,496	9,29%
4	18,036	16,504	8,50%
3	21,831	21,377	2,08%
2	17,068	15,323	10,23%
1	0,000	0,000	0,00%
Rata-rata			7,52%

Sumber: Olah Data

Nilai inelastis maksimum pada struktur dengan *expansion joint* dan *non-expansion joint* tidak melampaui batas izin sebesar 30,769 mm. Struktur *non-expansion joint* secara konsisten menghasilkan nilai lebih kecil dibandingkan struktur dengan *expansion joint*. Nilai simpangan terbesar pada kedua model terjadi di story 3. Tingkat reduksi simpangan antar lantai

efektif pada *non-expansion joint* dengan nilai 15,65% untuk arah X, penurunan paling signifikan terjadi pada *story 2* dengan nilai 25,98%. Reduksi simpangan arah Y cenderung lebih kecil dibandingkan dengan arah X dengan nilai penurunan 7,52%.

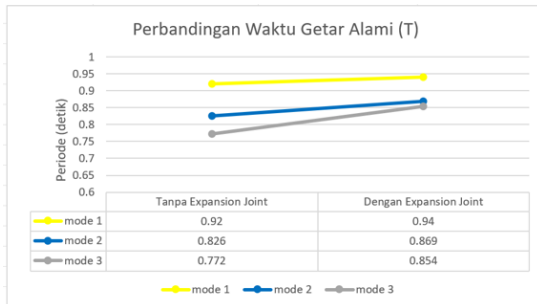
2. Waktu getar alami

Hasil pemodelan numerik menggunakan program bantu struktural disajikan pada tabel 14 dan gambar 21 visualisasi tren nilai periode digambarkan melalui gambar berikut.

Table 2. Perbandingan Periode Struktur Gedung dengan *Expansion Joint* (Dilatasi) dan tanpa *Expansion Joint*

Tipe Gedung	Mode 1 (detik)	Mode 2 (detik)	Mode 3 (detik)
I	II	III	IV
Tanpa <i>Expansion Joint</i>	0,920 Translasi Y	0,826 Translasi X	0,772 Z (Rotasi)
Dengan <i>Expansion Joint</i>	0,94 Translasi Y	0,869 Translasi X	0,854 Z (Rotasi)

Sumber: Olah Data

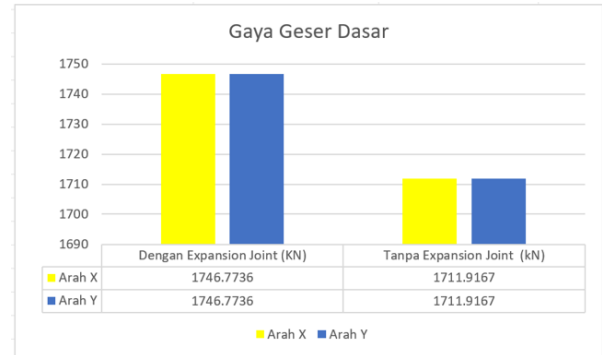


Gambar 21 Perbandingan Periode Struktur dengan *Expansion Joint* (dilatasi) dan Tanpa *Expansion Joint*

Pada mode 1(translasi Y), Gedung dengan *expansion joint* (dilatasi) memiliki nilai periode sebesar 0,94 detik, sedikit lebih tinggi dibandingkan gedung tanpa *expansion joint* yang memiliki periode sebesar 0,920 detik (turun sebesar 2,13%). Fenomena serupa juga terjadi pada Mode 2 yang didominasi oleh translasi arah X, di mana gedung dengan *expansion joint* (dilatasi) menghasilkan periode sebesar 0,869 detik, sedangkan gedung tanpa *expansion joint* sebesar 0,826 detik (turun sebesar 4,9%). Selanjutnya, efek puntir atau deformasi torsional baru muncul pada Mode 3 untuk kedua pemodelan. Dari keseluruhan tren data tersebut, terlihat secara konsisten bahwa penerapan *expansion joint* (dilatasi) menyebabkan nilai periode alami struktur pada setiap mode menjadi lebih besar atau meningkat.

3. Gaya geser dasar

Dari hasil analisis maka didapatkan perbandingan gaya geser dasar antara gedung dengan *expansion joint* dan tanpa *expansion joint* adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Perbandingan *Base Shear* Struktur dengan *Expansion Joint* dan tanpa *Expansion Joint*

Penerapan *expansion joint* pada struktur menghasilkan gaya geser dasar (*base shear*) yang lebih tinggi pada Arah X dan Arah Y dibandingkan dengan struktur yang tidak menggunakan *expansion joint*. Dalam peninjauan arah gempa struktur dengan *expansion joint* memiliki nilai gaya geser dasar sebesar 1746,7736 kN baik pada Arah X maupun Arah Y, yang mana nilai ini lebih besar dibandingkan struktur tanpa *expansion joint* yang hanya mencapai 1711,9167 kN pada kedua arah tersebut. Tingkat Reduksi untuk arah X dan Y pada kedua model hanya sebesar 1,99%. Penurunan ini secara langsung mengurangi sedikit beban lateral total yang harus ditahan oleh seluruh elemen struktural utama.

4. Efek P-Delta

Setelah diperhitungkan terhadap simpangan antar lantai kemudian dilakukan perhitungan terhadap pengaruh P-Delta untuk mengetahui apakah pengaruh P-Delta bisa diabaikan atau tidak. Perhitungan P-Delta pada salah satu lantai sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Simpangan antar lantai } (\Delta) &= 23,474 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi lantai } (h_{sx}) &= 4000 \text{ mm} \\
 \text{Beban vertikal total } (P_x) &= 24427,732 \text{ kN} \\
 \text{Gaya geser seismik } V_x &= 1725,867 \text{ kN} \\
 \text{Faktor keutamaan } (I_e) &= 1,5 \\
 \text{Faktor pembesaran defleksi } (C_d) &= 5,5 \\
 \text{Koefisien stabilitas } (\theta) &= \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \\
 &= \frac{24427,732 \times 23,474 \times 1,5}{1725,867 \times 4000 \times 5,5} \\
 &= 0,023
 \end{aligned}$$

Koefisien stabilitas kurang dari 0,1 maka efek P-Delta diabaikan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa masing masing gedung mengabaikan efek P-Delta. Dapat diartikan bahwa gedung sudah stabil dan tidak perlu desain ulang.

V. KESIMPULAN

1. Perbandingan Pengaruh *Expansion Joint* terhadap dan Simpangan Antar Lantai:

- Simpangan Antar lantai: Model Tanpa *Expansion Joint* (MTEJ) secara konsisten menghasilkan simpangan antar lantai yang lebih kecil dibandingkan Model Dengan *Expansion Joint* (MDEJ). Reduksi simpangan rata-rata pada MTEJ adalah sebesar 15,65% untuk arah X dan 7,52% untuk arah Y, dengan reduksi paling signifikan terjadi di

lantai 2 arah X (25,98%). Hal ini menunjukkan bahwa struktur monolit memiliki kekakuan lateral yang lebih besar sehingga lebih efektif dalam membatasi deformasi horizontal.

2. Perbedaan Signifikan Stabilitas Struktur Akibat Beban Gempa:

- Gaya geser dasar (*Base Shear*): MDEJ memiliki gaya geser dasar sebesar 1.746,77 kN, sedangkan MTEJ memiliki gaya geser dasar sebesar 1.711,92 kN. Terjadi reduksi sebesar 1,99% pada MTEJ. Meskipun lebih kaku, MTEJ justru memiliki base shear yang sedikit lebih rendah, yang mengindikasikan distribusi massa dan kekakuan yang lebih efisien pada model monolit.

- Periode alami struktur: Penerapan *expansion joint* (MDEJ) menyebabkan nilai periode alami struktur pada setiap mode getar menjadi lebih besar, yang mengindikasikan penurunan kekakuan lateral total. Periode MDEJ pada Mode 1 (Translasi Y) adalah 0,94 detik, sedangkan MTEJ 0,920 detik. Pada Mode 2 (Translasi X), MDEJ memiliki periode 0,869 detik, sedangkan MTEJ 0,826 detik. Hal ini menunjukkan bahwa MTEJ memiliki tingkat kekakuan yang lebih tinggi.

- Stabilitas struktur (Efek P-Delta): Hasil analisis efek P-Delta menunjukkan bahwa koefisien stabilitas (θ) untuk kedua model adalah 0,0065, yang mana berada jauh di bawah batas 0,1 yang disyaratkan SNI 1726:2019, dan bahkan di bawah 0,01 yang mengindikasikan efek P-Delta dapat diabaikan. Ini berarti kedua model struktur memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik dan aman, serta tidak terjadi perbedaan signifikan dalam hal stabilitas P-Delta.

REFERENSI

- [1] Permana, S., M. Sri Rezeki, P., & Alwan Fauzan, M. (2025). Analisis Jarak Dilatasi SMPN 23 Kota Bogor terhadap Beban Gempa menggunakan Metode Statik Ekuivalen. *Jurnal Konstruksi*, 23(2), 267–275. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2707>
- [2] Pinanggih, Y., & Yogaswara, D. (2023). Analisis Dilatasi pada Beton Bertulang Studi Kasus Rumah Sakit Limbangan. *Jurnal Konstruksi*, 21(1), 20–29. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.21-1.1240>
- [3] Bagus, P., Putra, S., Sukrawa, M., Ged e, I., & Susila, A. (2026). Evaluasi Kinerja Struktur Beton Bertulang Dengan Dan Tanpa Dilatasi (Studi Kasus: Gedung Lapas Perempuan Tabanan) Performance Evaluation of Reinforced Concrete Structures with and Without Dilation (Case Study: Tabanan Women's Correctional Facility). *Jurnal Spektran*, 14(1), 13–22. <https://doi.org/10.24843/SPEKTRAN.2026.v14.i01.p02>
- [4] Ching, F. D. K. (2025). *Building Construction Illustrated*. Wiley. <https://books.google.co.id/books?id=H4o0EQAAQBAJ>
- [5] Prianto Eddy. (2021). Buku Ajar Struktur Konstruksi 3. In *Undip Press*.
- [6] Merritt, F. S., & Ricketts, J. T. (2000). *Building Design and Construction Handbook, 6th Edition*. McGraw-Hill Education. https://books.google.co.id/books?id=tSYws_dJngC
- [7] Hidayat, R., Masril, & Herista, F. (2022). Pengaruh Dilatasi Terhadap Simpangan Antar Lantai Bangunan Tinggi Dengan Bentuk H. *Jurnal Ensiklopediaku*, 4(3), 249–254.
- [8] Idrus, I., Umar, B., & Anwar, A. (2025). Pemetaan Wilayah untuk Mendukung Perencanaan Pembangunan Infrastruktur di Kecamatan Soreang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Konstruksi (MAJJAMA)*, 3(1), 113–122. <https://doi.org/10.63877/jpmk.v3i1.122>
- [9] Konstruksi, J. B., Faktor, K., Adanya, P., Material, S., Lurah, K., Balang, T., & Makassar, K. (2024). Jurnal Bangunan Konstruksi. I(2), 68–73.
- [10] Mentari, C. P. R., Alami, F., & Sebayang, S. (2022). Studi ketebalan minimum pelat beton bertulang menurut SNI 2847:2019 terhadap kenyamanan manusia. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 26(2), 34–39. <https://doi.org/10.23960/rekrjts.v26i2.60>
- [12] Evaluation, S., & Buildings, E. (2023). Index for Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. In *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. <https://doi.org/10.1061/9780784416112.in>
- [13] Arifin Halim, Z., Fatmawati, S., & Musdalifah. (2022). Analisis Dampak Risiko pada Proyek Pembangunan Gardu Induk Bengo PT PLN. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 7(3), 187–197.
- [14] Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetyo, A. B., Andespa, R., Lhokseumawe, P. N., & Pengantar, K. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 41–49.
- [15] Bogor terhadap Beban Gempa menggunakan Metode Statik Ekuivalen. *Jurnal Konstruksi*, 23(2), 267–275. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2707>
- [16] Putra, M. R. (2021). Analisis Biaya Dan Waktu Dengan Metode Earned Value Pada Proyek Jumeirah Pecatu Beach Resort. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 3(2), 68. <https://doi.org/10.47600/jtst.v3i2.288>
- [17] Ramadhani, D., Wibowo, M. A., & Azizi, A. (2026). Analisis Perilaku Struktur Gedung Ditinjau Dari Jarak Dilatasi (Studi Kasus: Gedung Kejaksaan Purwokerto). 9. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v9i1.2157>
- [18] Sabila, F. S., Sari, W., Gunadi, R., & Wusqo, U. (2024). Analisis Perilaku Struktur Gedung Ber-Layout L Delapan Lantai dengan Penambahan Sistem Dilatasi. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 140. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v10i2.140>
- [19] Sadiq, A. M. A., & Halim, Z. A. (2023). Perencanaan Pembangunan Tugu Batas Desa Bontomatene Kecamatan Turatea Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Konstruksi (MAJJAMA)*, 1(1), 5–10. <https://jurnal.tekniksipil-uim.ac.id/index.php/jpmk/article/view/22>
- [20] Sadiq, A. M. A., & Saraswati, R. A. (2022). Analisis Keberhasilan Proyek Terhadap Pengaruh Project Manager pada Pembangunan Guest House di Kota Parepare. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 7(3), 198–205. <https://doi.org/10.33096/jtst.v7i3.584>
- [21] SNI 1726:2019. (2019). SNI 1726:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Sni 1726-2019, (8), 1–254.
- [22] SNI 1727-2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. 1-300.
- [23] Sian, B. (2019). Studi Analisis Pengaruh Lendutan Akibat Geser pada Balok Kayu. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 33–46. <https://doi.org/10.28932/jts.v8i1.1354>
- [24] Tim Pusat Studi Gempa Nasional (PUSGEN). (2021). Peta Percepatan Puncak dan Spektrum Respons untuk Periode Ulang Gempa 225 dan 975 Tahun. 0–6.
- [25] Yoyong Arfiadi, Richard Frans, & Ade Lisantono. (2024). Gaya Jepit Ujung Balok Untuk Berbagai Tipe Beban Dengan Deformasi Geser. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS)*, 1(3), 16–17. <https://doi.org/10.62603/konteks.v1i3.36>