

ANALISA PENGARUH DILATASI DENGAN BALOK KANTILEVER TERHADAP STRUKTUR GEDUNG KANTOR 2 LANTAI

LUTHFIA AMAMI, MASRIL, ASIYA NURHASANAH HABIRUN

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
luthfiaamami@gmail.com, mrril6030@gmail.com

Abstract: Indonesia is an area that is on the path of the most active earthquakes in the world because it is on the Pacific Ring of Fire. From a tectonically active perspective, Indonesia has a great chance of having a large potential earthquake at this time or someday. The movement of tectonic plates causes the earth's surface to sway so that buildings standing above the earth's surface experience physical damage and can even threaten human life. So to prevent horizontal displacement of the building structure, it must be dilated in order to reduce the irregularity of the building. Analysis of linear buildings where buildings are located in areas with high earthquake risk, namely Payakumbuh City, West Sumatra. The analysis aims to determine the behavior of the dilated structure so that the horizontal displacement of the building which results in collisions between buildings can be known, the effective dilation distance is used. Analysis was carried out on 4 structural models where the first model is a structure that uses dilation, models two and three are separations of intact buildings each of which is given cantilever beam dilation, and the fourth model is a structure without using dilation. To make it easier to calculate the expected parameters, the analysis is assisted by a structural analysis program, namely SAP 2000 version 14. The earthquake data used refers to the Payakumbuh City Response Spectrum data.

Keywords: 2-storey Linear Building, Dilation, SAP 2000 Version 14.

Abstrak: Indonesia merupakan daerah yang berada pada jalur gempa teraktif didunia karena berada pada jalur cincin api pasifik. Secara tektonik aktif Indonesia mempunyai peluang besar terjadi gempa berpotensi besar pada saat sekarang atau suatu hari nanti. Pergerakan lempeng tektonik mengakibatkan bergoyangnya permukaan bumi sehingga bangunan yang berdiri diatas permukaan bumi mengalami kerusakan fisik bahkan dapat mengancam jiwa manusia. Maka untuk mencegah terjadinya perpindahan horizontal pada struktur bangunan harus diberi dilatasi supaya dapat mengurangi ketidakberaturan bangunan. Analisis terhadap bangunan memanjang (linear) dimana bangunan berada pada daerah yang beresiko gempa tinggi yaitu Kota Payakumbuh, Sumatera Barat. Analisis bertujuan untuk mengetahui perilaku struktur yang diberi dilatasi sehingga dapat diketahui besar perpindahan horizontal bangunan yang mengakibatkan benturan antar bangunan, jarak dilatasi yang efektif digunakan. Analisis dikerjakan terhadap 4 model struktur dimana model pertama merupakan struktur yang menggunakan dilatasi, model dua dan tiga merupakan pemisahan dari bangunan utuh yang masing-masingnya diberi dilatasi balok kantilever, dan model keempat merupakan struktur tanpa menggunakan dilatasi. Untuk mempermudah dalam perhitungan parameter yang diharapkan, analisis dibantu dengan program analisa struktur yaitu SAP 2000 versi 14. Data gempa yang digunakan mengacu pada data Response Spectrume kota Payakumbuh.

Kata Kunci : Bangunan Linear 2 lantai, Dilatasi, SAP 2000 Versi 14.

A. Pendahuluan

Secara geografis, wilayah Indonesia terletak pada rangkaian The Pasific Ring of Fire (Cincin Api Pasifik). Ring of Fire juga disebut Circum-Pasific Belt, adalah rangkaian gunung berapi sepanjang 40.000 km dan status aktif seismik yang membentang di Samudera Pasifik. Jalur gempa bumi berada dalam jalur *Ring of Fire*, membuat Indonesia menjadi wilayah yang rentan mengalami gempa bumi. Selain itu, kerawanan gempa yang tinggi di Indonesia juga diakibatkan oleh jalur pertemuan lempeng. Salah satu penyebab besarnya kerusakan terjadi setelah bencana gempa bumi adalah struktur bangunan yang tidak sesuai dengan standar keamanan gempa bumi. Selain menyebabkan kerugian materiil yang besar, kerusakan bangunan yang terjadi ketika gempa juga membuat lebih banyak korban jiwa. Untuk meminimalkan

korban dan kerugian materiil saat terjadi gempa, salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan membangun bangunan tahan gempa.

Ciri-ciri fisik bangunan tahan gempa adalah memiliki struktur sistem penahan gaya dinamik gempa, memiliki sistem penahan gempa, dan konfigurasi strukturnya memenuhi standar anti gempa. Salah satu mendesain sebuah gedung yang mampu menahan beban gempa yaitu dengan meningkatkan kinerja bangunan dalam menerima beban gempa, salah satu metode yang dikembangkan adalah dengan menggunakan dilatasi pada struktur bangunan. Dilatasi bangunan merupakan sebuah sambungan atau garis pada sebuah bangunan yang karena sesuatu akibat memiliki sistem struktur yang berbeda dengan maksud menghindari keretakan pada bangunan yang ditimbulkan oleh impact vertikal atau horizontal.

Berdasarkan SNI 1726:2019, dilatasi bangunan biasanya diterapkan pada: 1) Bangunan yang mempunyai tinggi berbeda-beda (pertemuan antara bangunan yang rendah dengan yang tinggi); 2) Pemisah bangunan induk dengan bangunan sayap; 3) Bangunan yang memiliki kelemahan geometris; 4) Bangunan yang memiliki panjang lebih dari 30 meter; 5) Bangunan yang berdiri atas tanah yang kurang rata; 6) Bangunan yang ada didaerah gempa; dan 7) Bangunan yang mempunyai bentuk denah bangunan L,T,Z,O,H, dan U. Contoh pemakaian metode dilatasi ini adalah Gedung Kantor Dinas Kesehatan, Inspektorat, Dinas Sosial dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Payakumbuh, karena mempunyai panjang gedung 72 meter.

B. Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jln. Rangkayo Rasuna Said No. 43 Kota Payakumbuh, Sumatera Barat. Sumber data penelitian ini bersumber dari data bangunan Gedung Kantor Dinas Kesehatan, Inspektorat, Dinas Sosial dan Dinas Lingkungan Hidup. Pengerjaan dilakukan dengan metode analisa. Analisis dimulai dengan beberapa tahapan, dimulai dari mendesain bangunan, pengolahan data, dan perbandingan data terhadap bangunan yang tidak menggunakan dilatasi dan bangunan yang menggunakan dilatasi. Di sini penelitian untuk bangunan yang didilatasi menggunakan dilatasi menggunakan balok kantilever.

C. Hasil dan Pembahasan

Untuk melihat defleksi yang terjadi dapat dilihat dari output *Joint Displacement* dengan mengubah terlebih dahulu satuan menjadi mm.

Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	Step Type Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
1	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000005531	0,017856	0,000001623	0,001008
1	DY	LinRespSpec	Max	0,010172	19,668633	0,061122	0,000732	0,000004107
2	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004394	0,0000007036	0,0000004464	0,000849
2	DY	LinRespSpec	Max	0,010172	19,670811	0,063979	0,000751	0,000011
3	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004103	0,017863	0,000001439	0,001008
3	DY	LinRespSpec	Max	0,010172	19,672989	0,061251	0,000727	0,000026
4	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000005531	0,018386	0,00000115	0,001012
4	DY	LinRespSpec	Max	0,009325	19,668633	0,006993	0,00052	0,000017
5	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004394	0,000036	0,0000001137	0,000855
5	DY	LinRespSpec	Max	0,009325	19,670811	0,007888	0,000527	0,000011
6	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004103	0,018358	0,0000003982	0,001012
6	DY	LinRespSpec	Max	0,009325	19,672989	0,00674	0,000518	0,000011
7	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000005531	0,018257	0,000004151	0,001012
7	DY	LinRespSpec	Max	0,008477	19,668633	0,037533	0,00061	0,000017
8	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004394	0,00016	0,0000001784	0,000859
8	DY	LinRespSpec	Max	0,008477	19,670811	0,038146	0,000625	0,000009137
9	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004103	0,018279	0,0000003714	0,001014

Gambar 1 Tabel Joint Displacement 3 arah-x

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
1	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000005531	0,017856	0,000001623	0,001008
1	DY	LinRespSpec	Max	0,010172	19,668633	0,061122	0,000732	0,000004107
2	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004394	0,0000007036	0,0000004464	0,000849
2	DY	LinRespSpec	Max	0,010172	19,670811	0,063979	0,000751	0,000011
3	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004103	0,017863	0,000001439	0,001008
3	DY	LinRespSpec	Max	0,010172	19,672989	0,061251	0,000727	0,000026
4	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000005531	0,018386	0,00000115	0,001012
4	DY	LinRespSpec	Max	0,009325	19,668633	0,006993	0,00052	0,000017
5	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004394	0,000036	0,000001137	0,000855
5	DY	LinRespSpec	Max	0,009325	19,670811	0,007888	0,000527	0,00001
6	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004103	0,018358	0,0000003982	0,001012
6	DY	LinRespSpec	Max	0,009325	19,672989	0,00674	0,000518	0,000011
7	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000005531	0,018257	0,000004151	0,001012
7	DY	LinRespSpec	Max	0,008477	19,668633	0,037533	0,00061	0,000017
8	DX	LinRespSpec	Max	12,138079	0,0000004394	0,00016	0,0000001784	0,000859
8	DY	LinRespSpec	Max	0,008477	19,670811	0,038146	0,000625	0,000009137

Gambar 2 Tabel Joint Displacement 3 arah-y

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
53	DY	LinRespSpec	Max	0,053427	13,947113	0,050952	0,001959	0,000027
54	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002918	0,000001473	0,0000003382	0,001462
54	DY	LinRespSpec	Max	0,053427	13,959347	0,053611	0,001871	0,000004811
55	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002961	0,013746	0,000005499	0,001697
55	DY	LinRespSpec	Max	0,053427	13,971581	0,051022	0,001959	0,00003
56	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000003207	0,014243	0,000001165	0,001685
56	DY	LinRespSpec	Max	0,048974	13,947113	0,006114	0,001232	0,000008686
57	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002918	0,000039	0,000000256	0,001442
57	DY	LinRespSpec	Max	0,048974	13,959347	0,007065	0,00116	0,000004442
58	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002961	0,014249	0,000000719	0,001684
58	DY	LinRespSpec	Max	0,048974	13,971581	0,005991	0,001233	0,000006221
59	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000003207	0,014194	0,000001839	0,001675
59	DY	LinRespSpec	Max	0,044522	13,947113	0,030964	0,001561	0,000012
60	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002918	0,000154	0,000001473	0,00143

Gambar 3 Tabel Joint Displacement 55 arah-x

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
53	DY	LinRespSpec	Max	0,053427	13,947113	0,050952	0,001959	0,000027
54	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002918	0,000001473	0,0000003382	0,001462
54	DY	LinRespSpec	Max	0,053427	13,959347	0,053611	0,001871	0,000004811
55	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002961	0,013746	0,000005499	0,001697
55	DY	LinRespSpec	Max	0,053427	13,971581	0,051022	0,001959	0,00003
56	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000003207	0,014243	0,000001165	0,001685
56	DY	LinRespSpec	Max	0,048974	13,947113	0,006114	0,001232	0,000008686
57	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002918	0,000039	0,000000256	0,001442
57	DY	LinRespSpec	Max	0,048974	13,959347	0,007065	0,00116	0,000004442
58	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002961	0,014249	0,000000719	0,001684
58	DY	LinRespSpec	Max	0,048974	13,971581	0,005991	0,001233	0,000006221
59	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000003207	0,014194	0,000001839	0,001675
59	DY	LinRespSpec	Max	0,044522	13,947113	0,030964	0,001561	0,000012
60	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002918	0,000154	0,000001473	0,00143
60	DY	LinRespSpec	Max	0,044522	13,959347	0,03152	0,001471	0,000004383
61	DX	LinRespSpec	Max	7,17268	0,0000002961	0,014132	0,000001764	0,001679

Gambar 4 Tabel Joint Displacement 55 arah-y

Berikut contoh perhitungan simpangan di lantai atap arah-x :

Joint 3 $\delta_2 = 12,138079$ mm

Joint 55 $\delta_1 = 7,17268$ mm

$$\Delta_x = \frac{\delta_x \cdot C_d}{I} < \Delta_a$$

$$\Delta_3 = \frac{(12,138079 - 7,17268) \times 5,5}{1} < \frac{0,025 \times 3450}{1}$$

= 27,3096945 < 86,25 mm ... OK (memenuhi syarat)

Berikut contoh perhitungan simpangan di lantai atap arah-y :

Joint 3 $\delta_2 = 19,672989$ mm

Joint 55 $\delta_1 = 13,971581$ mm

$$\Delta_x = \frac{\delta_x \cdot C_d}{I} < \Delta_a$$

$$\Delta_3 = \frac{(19,672989 - 13,971581) \times 5,5}{1} < \frac{0,025 \times 3450}{1}$$

$$= 31,357744 < 86,25 \text{ mm} \dots \text{OK (memenuhi syarat)}$$

Untuk perhitungan berikutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

1. Simpangan antar lantai untuk gedung yang menggunakan dilatasi

Tabel 1 Simpangan lantai Arah-x (Δ_x)

Lantai	Joint	HSX (mm)	δ_x (mm)	Dx (mm)	Da (ijin) (mm)	Keterangan
atap	3	3450	12,138079	27,3096945	86,25	Aman
2	55	4400	7,17268	39,44974	110	Aman

Tabel 2 Simpangan lantai Arah-y (Δ_y)

Lantai	Joint	HSX (mm)	δ_y (mm)	Dy (mm)	Da (ijin) (mm)	Keterangan
atap	3	3450	19,672989	31,357744	86,25	Aman
2	55	4400	13,971581	76,8436955	110	Aman

2. Simpangan antar lantai untuk gedung segmen A

Defleksi yang terjadi di Joint 29 dan 81 arah-x beserta hasil perhitungannya:

Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	Step Type Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
27	DX	LinRespSpec	Max	12,574012	2,004875	0,017444	0,000177	0,001026
27	DY	LinRespSpec	Max	0,125815	20,058383	0,043184	0,001351	0,000013
28	DX	LinRespSpec	Max	12,574012	0,13921	0,000217	0,000006401	0,000868
28	DY	LinRespSpec	Max	0,125815	20,099888	0,031577	0,000951	0,000014
29	DX	LinRespSpec	Max	12,574012	2,282002	0,017399	0,000195	0,001026
29	DY	LinRespSpec	Max	0,125815	20,141432	0,043488	0,001346	0,000028
30	DX	LinRespSpec	Max	12,159169	2,004875	0,018632	0,000108	0,000997
30	DY	LinRespSpec	Max	0,095661	20,058383	0,012854	0,000681	0,000018
31	DX	LinRespSpec	Max	12,159169	0,13921	0,000094	0,000005153	0,000849
31	DY	LinRespSpec	Max	0,095661	20,099888	0,012314	0,000758	0,00001
32	DX	LinRespSpec	Max	12,159169	2,282002	0,018682	0,000117	0,000997
32	DY	LinRespSpec	Max	0,095661	20,141432	0,012724	0,000673	0,000012
33	DX	LinRespSpec	Max	11,831646	2,004875	0,017696	0,000121	0,000977

Gambar 5 Tabel Joint Displacement 29 arah-x

Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	Step Type Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
80	DX	LinRespSpec	Max	7,50523	0,097536	0,000182	0,000015	0,001489
80	DY	LinRespSpec	Max	0,148594	14,016901	0,026414	0,0022	0,000014
81	DX	LinRespSpec	Max	7,50523	1,348498	0,013775	0,000243	0,001744
81	DY	LinRespSpec	Max	0,148594	14,076787	0,024999	0,002005	0,000034
82	DX	LinRespSpec	Max	7,244232	1,1544	0,014417	0,000184	0,001678
82	DY	LinRespSpec	Max	0,111066	13,957034	0,009752	0,001787	0,000022
83	DX	LinRespSpec	Max	7,244232	0,097536	0,000084	0,000011	0,001419
83	DY	LinRespSpec	Max	0,111066	14,016901	0,010457	0,001644	0,00001
84	DX	LinRespSpec	Max	7,244232	1,348498	0,014465	0,000209	0,001678
84	DY	LinRespSpec	Max	0,111066	14,076787	0,009734	0,001794	0,00000902
85	DX	LinRespSpec	Max	7,026945	1,1544	0,013753	0,000194	0,001628
85	DY	LinRespSpec	Max	0,0661	13,957034	0,000538	0,001887	0,000007582

Gambar 6 Tabel Joint Displacement 81 arah-x

Tabel 3 Simpangan lantai Arah-x (Δ_x)

Lantai	Joint	HSX (mm)	δ_x (mm)	Dx (mm)	Da (ijin) (mm)	Keterangan
atap	29	3450	12,574012	27,878301	86,25	Aman

2	81	4400	7,50523	41,278765	110	Aman
---	----	------	---------	-----------	-----	------

Defleksi yang terjadi di Joint 29 dan 81 arah-y beserta hasil perhitungannya:

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
27	DX	LinRespSpec	Max	12,574012	2,004875	0,017444	0,000177	0,001026
27	DY	LinRespSpec	Max	0,125815	20,058383	0,043184	0,001351	0,000013
28	DX	LinRespSpec	Max	12,574012	0,13921	0,000217	0,00006401	0,000868
28	DY	LinRespSpec	Max	0,125815	20,099888	0,031577	0,000951	0,000014
29	DX	LinRespSpec	Max	12,574012	2,282002	0,017399	0,000195	0,001026
29	DY	LinRespSpec	Max	0,125815	20,141432	0,043488	0,001346	0,000028
30	DX	LinRespSpec	Max	12,159169	2,004875	0,018632	0,000108	0,000997
30	DY	LinRespSpec	Max	0,095661	20,058383	0,012854	0,000681	0,000018
31	DX	LinRespSpec	Max	12,159169	0,13921	0,000094	0,000005153	0,000849
31	DY	LinRespSpec	Max	0,095661	20,099888	0,012314	0,000758	0,000001
32	DX	LinRespSpec	Max	12,159169	2,282002	0,018682	0,000117	0,000997
32	DY	LinRespSpec	Max	0,095661	20,141432	0,012724	0,000673	0,000012
33	DX	LinRespSpec	Max	11,831646	2,004875	0,017696	0,000121	0,000977
33	DY	LinRespSpec	Max	0,059597	20,058383	0,000734	0,000782	0,000008248

Gambar 7 Tabel Joint Displacement 29 arah-y

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
80	DX	LinRespSpec	Max	7,50523	0,097536	0,000182	0,000015	0,001489
80	DY	LinRespSpec	Max	0,148594	14,016901	0,026414	0,00022	0,000014
81	DX	LinRespSpec	Max	7,50523	1,348498	0,013775	0,000243	0,001744
81	DY	LinRespSpec	Max	0,148594	14,076787	0,024999	0,000205	0,000034
82	DX	LinRespSpec	Max	7,244232	1,1544	0,014417	0,000184	0,001678
82	DY	LinRespSpec	Max	0,111066	13,957034	0,009752	0,001787	0,000022
83	DX	LinRespSpec	Max	7,244232	0,097536	0,000084	0,000011	0,001419
83	DY	LinRespSpec	Max	0,111066	14,016901	0,010457	0,001644	0,000001
84	DX	LinRespSpec	Max	7,244232	1,348498	0,014465	0,000209	0,001678
84	DY	LinRespSpec	Max	0,111066	14,076787	0,009734	0,001794	0,00000902
85	DX	LinRespSpec	Max	7,026945	1,1544	0,013753	0,000194	0,001628
85	DY	LinRespSpec	Max	0,0661	13,957034	0,000538	0,001887	0,000007582
86	DX	LinRespSpec	Max	7,026945	0,097536	0,000187	0,000013	0,00138

Gambar 8 Tabel Joint Displacement 81 arah-y

Tabel 4 Simpangan lantai Arah-y (Δy)

Lantai	Joint	HSX (mm)	δy (mm)	Dy (mm)	Da (ijin) (mm)	Keterangan
atap	29	3450	20,141432	33,355548	86,25	Aman
2	81	4400	14,076787	77,422329	110	Aman

3. Simpangan antar lantai untuk gedung segmen B

Defleksi yang terjadi di Joint 26 dan 78 arah-x beserta hasil perhitungannya:

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
25	DX	LinRespSpec	Max	12,552463	0,13542	0,000209	0,000005949	0,000866
25	DY	LinRespSpec	Max	0,129226	20,092374	0,031384	0,000914	0,000014
26	DX	LinRespSpec	Max	12,552463	2,22716	0,01778	0,000155	0,001021
26	DY	LinRespSpec	Max	0,129226	20,134994	0,02956	0,000883	0,000028
53	DX	LinRespSpec	Max	7,297539	1,127467	0,013269	0,000202	0,001748
53	DY	LinRespSpec	Max	0,117493	13,985371	0,052974	0,002002	0,000002
54	DX	LinRespSpec	Max	7,297539	0,095201	0,000374	0,000013	0,001597
54	DY	LinRespSpec	Max	0,117493	14,048569	0,055678	0,001915	0,000009577
55	DX	LinRespSpec	Max	7,297539	1,316868	0,013293	0,000229	0,001748
55	DY	LinRespSpec	Max	0,117493	14,107787	0,053009	0,000209	0,000041
56	DX	LinRespSpec	Max	7,169146	1,127467	0,014725	0,00013	0,001701
56	DY	LinRespSpec	Max	0,094465	13,985371	0,006323	0,001263	0,0000017

Gambar 9 Tabel Joint Displacement 26 arah-x

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
76	DX	LinRespSpec	Max	7,494136	1,127467	0,013822	0,000229	0,001741
76	DY	LinRespSpec	Max	0,151967	13,985371	0,024521	0,002306	0,000012
77	DX	LinRespSpec	Max	7,494136	0,095201	0,000176	0,000015	0,001486
77	DY	LinRespSpec	Max	0,151967	14,046569	0,026343	0,002214	0,000014
78	DX	LinRespSpec	Max	7,494136	1,316868	0,013786	0,00026	0,001741
78	DY	LinRespSpec	Max	0,151967	14,107787	0,024545	0,002315	0,000036
106	DX	LinRespSpec	Max	12,63626	1,957654	0,128997	0,000144	0,001021
106	DY	LinRespSpec	Max	0,134819	20,049796	0,834809	0,000895	0,000013
108	DX	LinRespSpec	Max	12,63626	0,13542	0,005564	0,00000952	0,000866
108	DY	LinRespSpec	Max	0,134819	20,092374	0,854172	0,000914	0,000014
110	DX	LinRespSpec	Max	12,63626	2,22716	0,139719	0,000156	0,001021
110	DY	LinRespSpec	Max	0,134819	20,134994	0,824439	0,000894	0,000028
112	DX	LinRespSpec	Max	7,546249	1,127467	0,204006	0,000231	0,001685

Gambar 10 Tabel Joint Displacement 78 arah-x

Tabel 5 Simpangan lantai Arah-x (Δx)

Lantai	Joint	HSX (mm)	δx (mm)	Dx (mm)	Da (ijin) (mm)	Keterangan
atap	26	3450	12,552463	27,820799	86,25	Aman
2	78	4400	7,494136	41,217748	110	Aman

Defleksi yang terjadi di Joint 26 dan 78 arah-y beserta hasil perhitungannya:

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
25	DX	LinRespSpec	Max	12,552463	0,13542	0,000209	0,00005949	0,000866
25	DY	LinRespSpec	Max	0,129226	20,092374	0,031384	0,000914	0,000014
26	DX	LinRespSpec	Max	12,552463	2,22716	0,01778	0,000155	0,001021
26	DY	LinRespSpec	Max	0,129226	20,134994	0,02956	0,000893	0,000028
53	DX	LinRespSpec	Max	7,297539	1,127467	0,013269	0,000202	0,001748
53	DY	LinRespSpec	Max	0,117493	13,985371	0,052974	0,002002	0,00002
54	DX	LinRespSpec	Max	7,297539	0,095201	0,000374	0,000013	0,001507
54	DY	LinRespSpec	Max	0,117493	14,046569	0,055678	0,001915	0,00000957
55	DX	LinRespSpec	Max	7,297539	1,316868	0,013293	0,000229	0,001748
55	DY	LinRespSpec	Max	0,117493	14,107787	0,053009	0,002009	0,000041
56	DX	LinRespSpec	Max	7,169146	1,127467	0,014725	0,00013	0,001701
56	DY	LinRespSpec	Max	0,094465	13,985371	0,006323	0,001263	0,000017

Gambar 11 Tabel Joint Displacement 26 arah-y

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
76	DX	LinRespSpec	Max	7,494136	1,127467	0,013822	0,000229	0,001741
76	DY	LinRespSpec	Max	0,151967	13,985371	0,024521	0,002306	0,000012
77	DX	LinRespSpec	Max	7,494136	0,095201	0,000176	0,000015	0,001486
77	DY	LinRespSpec	Max	0,151967	14,046569	0,026343	0,002214	0,000014
78	DX	LinRespSpec	Max	7,494136	1,316868	0,013786	0,00026	0,001741
78	DY	LinRespSpec	Max	0,151967	14,107787	0,024545	0,002315	0,000036
106	DX	LinRespSpec	Max	12,63626	1,957654	0,128997	0,000144	0,001021
106	DY	LinRespSpec	Max	0,134819	20,049796	0,834809	0,000895	0,000013
108	DX	LinRespSpec	Max	12,63626	0,13542	0,005564	0,00000952	0,000866
108	DY	LinRespSpec	Max	0,134819	20,092374	0,854172	0,000914	0,000014
110	DX	LinRespSpec	Max	12,63626	2,22716	0,139719	0,000156	0,001021
110	DY	LinRespSpec	Max	0,134819	20,134994	0,824439	0,000894	0,000028
112	DX	LinRespSpec	Max	7,546249	1,127467	0,204006	0,000231	0,001685
112	DY	LinRespSpec	Max	0,158882	13,985371	0,007507	0,002288	0,00003
114	DX	LinRespSpec	Max	7,546249	0,095201	0,013487	0,000015	0,001369

Gambar 12 Tabel Joint Displacement 78 arah-y

Tabel 6 Simpangan lantai Arah-y (Δy)

Lantai	Joint	HSX (mm)	δy (mm)	Dy (mm)	Da (ijin) (mm)	Keterangan
atap	26	3450	20,134994	33,149639	86,25	Aman
2	78	4400	14,107787	77,592829	110	Aman

4. Simpangan antar lantai untuk gedung tanpa dilatasi

Defleksi yang terjadi di Joint 52 dan 104 arah-x beserta hasil perhitungannya:

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
51	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001939	0,0000007947	0,0000004427	0,000849
51	DY	LinRespSpec	Max	0,00548	19,597908	0,063316	0,000735	0,000012
52	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001935	0,01787	0,000001439	0,001008
52	DY	LinRespSpec	Max	0,00548	19,599104	0,060605	0,000711	0,000027
53	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001378	0,013749	0,000005594	0,001697
53	DY	LinRespSpec	Max	0,052174	13,960759	0,050508	0,001951	0,000028
54	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001382	0,000001498	0,0000003344	0,001463
54	DY	LinRespSpec	Max	0,052174	13,972712	0,053158	0,001862	0,000003876
55	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001387	0,013751	0,000005501	0,001697
55	DY	LinRespSpec	Max	0,052174	13,984665	0,050583	0,001951	0,000029
56	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001378	0,014248	0,000001157	0,001685
56	DY	LinRespSpec	Max	0,047826	13,960759	0,060605	0,001226	0,000008107

Gambar 13 Tabel Joint Displacement 52 arah-x

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
103	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001382	0,000001568	0,0000003356	0,001463
103	DY	LinRespSpec	Max	0,052163	13,972712	0,053158	0,001862	0,000003838
104	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001387	0,013751	0,000005501	0,001697
104	DY	LinRespSpec	Max	0,052163	13,984665	0,050583	0,001951	0,000029
105	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001945	0,016765	0,0000004672	0,001042
105	DY	LinRespSpec	Max	0,000024	19,596711	0,012263	0,000094	0,000004906
106	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001945	0,016765	0,0000004671	0,001042
106	DY	LinRespSpec	Max	0,000006726	19,596711	0,012263	0,000094	0,000004814
107	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001939	0,000002	0,0000003472	0,000856
107	DY	LinRespSpec	Max	0,000024	19,597908	0,01414	0,000119	0,0000002838
108	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001939	0,000002	0,0000003361	0,000856
108	DY	LinRespSpec	Max	0,000006726	19,597908	0,01414	0,000119	0,0000003562

Gambar 14 Tabel Joint Displacement 104 arah-x

Tabel 7 Simpangan lantai Arah-x (Δx)

Lantai	Joint	HSX (mm)	δx (mm)	Dx (mm)	Da (ijin) (mm)	Keterangan
atap	52	3450	12,142056	27,319985	86,25	Aman
2	104	4400	7,174786	39,461323	110	Aman

Defleksi yang terjadi di Joint 52 dan 104 arah-y beserta hasil perhitungannya:

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
51	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001939	0,0000007947	0,0000004427	0,000849
51	DY	LinRespSpec	Max	0,00548	19,597908	0,063316	0,000735	0,000012
52	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001935	0,01787	0,000001439	0,001008
52	DY	LinRespSpec	Max	0,00548	19,599104	0,060605	0,000711	0,000027
53	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001378	0,013749	0,000005594	0,001697
53	DY	LinRespSpec	Max	0,052174	13,960759	0,050508	0,001951	0,000028
54	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001382	0,000001498	0,0000003344	0,001463
54	DY	LinRespSpec	Max	0,052174	13,972712	0,053158	0,001862	0,000003876
55	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001387	0,013751	0,000005501	0,001697
55	DY	LinRespSpec	Max	0,052174	13,984665	0,050583	0,001951	0,000029
56	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001378	0,014248	0,000001157	0,001685
56	DY	LinRespSpec	Max	0,047826	13,960759	0,060605	0,001226	0,000008107
57	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001382	0,000001568	0,0000003356	0,001463

Gambar 15 Tabel Joint Displacement 52 arah-y

Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	Step Type Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians
103	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001382	0,000001568	0,00000003356	0,001463
103	DY	LinRespSpec	Max	0,052163	13,972712	0,053158	0,001862	0,0000003838
104	DX	LinRespSpec	Max	7,174786	0,000001387	0,013751	0,0000005501	0,001697
104	DY	LinRespSpec	Max	0,052163	13,984665	0,050583	0,001951	0,000029
105	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001945	0,016765	0,0000004672	0,001042
105	DY	LinRespSpec	Max	0,000024	19,596711	0,012263	0,000094	0,0000004906
106	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001945	0,016765	0,0000004671	0,001042
106	DY	LinRespSpec	Max	0,000006726	19,596711	0,012263	0,000094	0,0000004814
107	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001939	0,00002	0,00000003472	0,000856
107	DY	LinRespSpec	Max	0,000024	19,597908	0,01414	0,000119	0,00000002838
108	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001939	0,00002	0,000000003611	0,000856
108	DY	LinRespSpec	Max	0,000006726	19,597908	0,01414	0,000119	0,00000003562
109	DX	LinRespSpec	Max	12,142056	0,000001935	0,016753	0,0000004656	0,001042
109	DY	LinRespSpec	Max	0,000024	19,599104	0,01218	0,000094	0,0000005637

Gambar 16 Tabel Joint Displacement 104 arah-y

Tabel 8 Simpangan lantai Arah-y (Δy)

Lantai	Joint	HSX (mm)	δy (mm)	Dy (mm)	Da (ijin) (mm)	Keterangan
atap	52	3450	19,599104	30,8794145	86,25	Aman
2	104	4400	13,984665	76,9156575	110	Aman

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan simpangan antar lantai dari ke 4 jenis bangunan (bangunan dengan dilatasi, segmen A, segmen B, dan bangunan tanpa dilatasi).

Tabel 9 Simpangan lantai Arah-x (Δx)

Gedung	tingkat	Δx (mm)	Δy (mm)	Δ ijin	Keterangan
Dengan Dilatasi	atap	27,3096945	31,357744	86,25	OK
	lantai 2	39,44974	76,8436955	110	OK
Segmen A	atap	27,878301	33,355548	86,25	OK
	lantai 2	41,278765	77,422329	110	OK
Segmen B	atap	27,820799	33,149639	86,25	OK
	lantai 2	41,217748	77,592829	110	OK
Tanpa Dilatasi	atap	27,319985	30,8794145	86,25	OK
	lantai 2	39,461323	76,9156575	110	OK

Dari tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa jarak dilatasi sebesar 20 cm aman untuk gedung sepanjang 72 meter karena simpangan antar lantai maksimum yang diperoleh adalah 77,5 mm.

D. Penutup

Simpangan yang didapatkan dari keempat bangunan tidak melebihi simpangan izin sesuai yang ditetapkan pada peraturan gempa SNI 1726:2019 yang telah dirangkum pada tabel berikut:

Gedung	tingkat	Δx (mm)	Δy (mm)	Δ ijin (mm)	Keterangan
Dengan Dilatasi	atap	27,3096945	31,357744	86,25	OK
	lantai 2	39,44974	76,8436955	110	OK
Segmen A	atap	27,878301	33,355548	86,25	OK
	lantai 2	41,278765	77,422329	110	OK

Segmen B	atap	27,820799	33,149639	86,25	OK
	lantai 2	41,217748	77,592829	110	OK
Tanpa Dilatasi	atap	27,319985	30,8794145	86,25	OK
	lantai 2	39,461323	76,9156575	110	OK

Sumber: Perhitungan penulis

Dilihat dari tabel diatas, bangunan sudah sesuai diterapkan dilatasi sebesar 20 cm, karena simpangan max terjadi pada $\square x$ sebesar adalah 41,27 mm dan untuk y sebesar 77,59 mm. Dan dari hasil perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa Gedung Kantor Dinas Kesehatan, Inspektorat, Dinas Sosial dan Dinas Lingkungan Hidup ini masih aman jika struktur gedung tidak menggunakan dilatasi karena simpangan max terjadi pada $\square x$ sebesar adalah 39,46 mm dan untuk $\square y$ sebesar 77,59 mm.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 1726 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 2874 *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1727 *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Batara, Ismail. (2021). Contoh Desain Struktur Bangunan Dengan SAP 2000.
- Durachman, Arif, Wachid Hasyim, Komarudin. (2022). *Analisis Jarak Dilatasi Struktur Bangunan Menggunakan Sistem Dilatasi Dua Kolom*. Jurnal Rekayasa Infrastruktur, 8(1) : 19-28.
- Hermawan, Dwi, Masril, Elfania Bastian. (2022). *Analisis Pengaruh Dilatasi Bangunan Gedung Tinggi Menggunakan Etabs Pada Bangunan Berdenah T*. Bukittinggi: Universitas Muhammadiyah.
- Laurensius Arliman S, *Perlindungan Hukum UMKM Dari Eksploitasi Ekonomi Dalam Rangka Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat*, Jurnal Rechtsvinding, Volume 6, Nomor 3, Desember 2017.
- Laurensius Arliman S, *Peran Investasi dalam Kebijakan Pembangunan Ekonomi Bidang Pariwisata*, Kanun Jurnal Ilmu Hukum, Vol. 20, No. 2, Agustus, 2018.
- Nugroho, Fajar (2016). *Building Performance Evaluation of A.N.S Hotel Building Plan With and Without dilatation in Earthquake Prone Areas*. Department of Civil Engineering: Intitut Teknologi Padang, Indonesia.
- Suryani, Jati, Suci Lestari (2019). *Analisis Jarak Dilatasi Bangunan Ber-Layout L dan Perhitungan Penulangan Elemen Balok dan Kolom Disekitaer Dilatasi*. Padang: Universitas Andalas.