



**EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG 9 LANTAI DENGAN
ANALISIS DINAMIK RIWAYAT WAKTU DAN RESPONS SPEKTRUM
(STUDI KASUS: GEDUNG A21 PPG PASCASARJANA UNIVERSITAS
NEGERI MALANG)**

Nadia Nurul Azmi¹, Mohammad Sulton²

¹*Departemen Teknik Sipil dan perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang*

²*Departemen Teknik Sipil dan perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang Nadia Nurul*

Azmi, nadianrl03@gmail.com

Abstrak: Berdasarkan catatan Stasiun Geofisika Karangates, pada 19 Februari 1967 Malang pernah mengalami gempa paling merusak dengan kekuatan 6.2 SR yang mengakibatkan banyak kerugian material hingga korban jiwa. Tercatat pada kurun waktu 6 hari yaitu pada 6-12 September 2024, Kota Malang mengalami 139 gempa bumi dangkal dan menengah. Sehingga, perlu dilakukan evaluasi kinerja struktur terhadap beban gempa pada bangunan yang memiliki risiko tinggi terhadap gempa di Kota Malang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respon struktur gedung A21 PPG Pascasarjana berdasarkan hasil analisis respons spektrum dan analisis riwayat waktu apabila ditinjau dari *base shear* dan *storey driftnya*. *Storey drift* dari analisis riwayat waktu akan digunakan untuk menentukan *performance level* bangunan sesuai ATC-40. Hasil analisis *storey drift* pada metode respons spektrum menunjukkan adanya nilai yang tidak memenuhi syarat pada tingkat tertentu baik arah x maupun y. Pada metode riwayat waktu baik arah x maupun y dengan beban gempa Imperial Valley, Kobe, dan Chi-Chi terdapat nilai yang tidak memenuhi syarat pada tingkat tertentu.. Namun, pada analisis *performance level* bangunan didapatkan pada metode riwayat waktu, gedung dalam kategori *Immediate Occupancy* (IO).

Kata Kunci: Riwayat Waktu, Respons Spektra, *Storey Drift*, *Base Shear*, *Perofrmence Level*

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di Cincin Api Pasifik (Ring of Fire), wilayah yang terkenal dengan aktivitas seismik dan vulkanik yang tinggi. Negara ini terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik sekaligus yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik. Posisi geografis ini menjadikan Indonesia salah satu negara dengan aktivitas gempa bumi paling intens di dunia (Malik, 2016)

Berdasarkan catatan Stasiun Geofisika Karangates, pada 19 Februari 1967 Malang pernah mengalami gempa paling merusak dengan kekuatan 6,2 SR total bangunan rusak 1539, 119 bangunan roboh, 402 bangunan retak, 23 korban meninggal dunia dan 121 korban luka-luka. Menurut BMKG Stasiun Klimatologi Jawa Timur, per 6-12 September 2024 gempa yang terjadi di Malang tercatat 139 gempa bumi dangkal dan 23 gempa bumi menengah. Dari pernyataan tersebut disimpulkan bahwa Kota Malang dan sekitarnya merupakan daerah rawan gempa dengan tingkat risiko yang cukup tinggi.

Menurut SNI 1726:2019 gedung perkuliahan merupakan bangunan dengan kategori risiko IV. Hal ini menunjukkan bahwa bangunan perkuliahan memiliki risiko yang cukup tinggi apabila dikenakan beban gempa karena menjadi pusat aktivitas pembelajaran sehingga banyak manusia yang berkumpul pada gedung perkuliahan. Untuk meminimalisir korban jiwa, maka diperlukan uji kelayakan struktur gedung perkuliahan dengan mengevaluasi kinerja struktur gedung terhadap beban gempa sesuai dengan standar yang berlaku.

dan telah aktif digunakan pada tahun 2019. Sehingga pembangunan pada gedung ini masih menggunakan standar SNI 1726:2012 dalam perhitungan beban gempa. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap Gedung A21 PPG Pascasarjana dikarenakan keluarnya peraturan mengenai beban gempa terbaru yaitu SNI 1726:2019 dan belum ada penelitian yang mendalam terkait evaluasi gedung ini. Sehingga diperlukan penelitian lebih dalam terkait kelayakan gedung berdasarkan SNI 1726:2019 dan ATC-40 menggunakan analisis dinamik respons spektrum dan riwayat waktu.

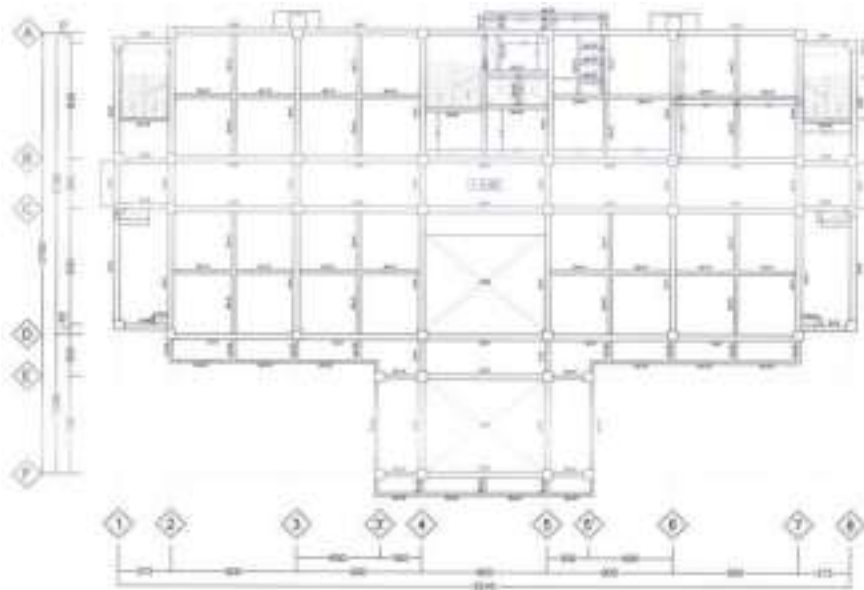
2. METODE

2.1 Pengumpulan Data

Berikut ini data yang dibutuhkan untuk penelitian pada Gedung A21 PPG Pascasarjana Universitas Negeri Malang

- a. Nama Bangunan : Gedung A21 PPG Pascasarjana Universitas Negeri Malang
- b. Lokasi Bangunan : Kota Malang, Jawa Timur
- c. Fungsi Bangunan : Gedung Perkuliahan
- d. Jumlah Lantai : 9 Lantai
- e. Panjang Bangunan : 52,45 m
- f. Lebar bangunan : 31,60 m
- g. Tinggi Bangunan : 35,60 m

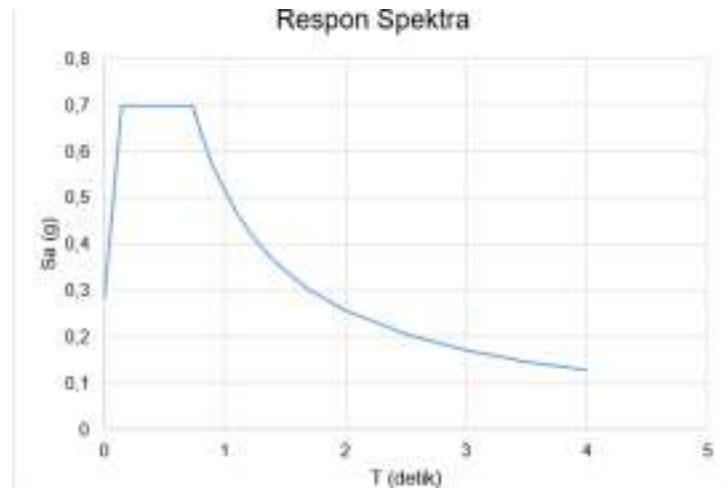
Denah struktural Gedung A21 PPG Pascasarjana Universitas Negeri Malang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Denah struktur Gedung A21 PPG Pascasarjana Universitas Negeri Malang

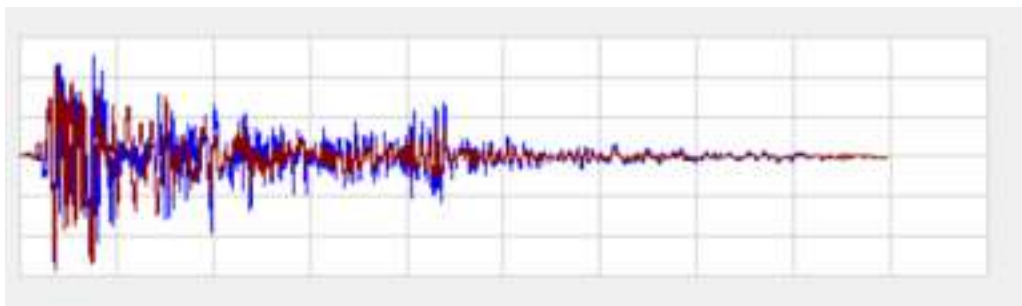
Pada analisis respons spektrum data yang digunakan dalam penelitian berdasarkan parameter keluaran website RSA Cpita Karya dengan titik lokasi sesuai tinjauan penelitian.

Grafik respons spektrum untuk Gedung A21 PPG Pascasarjana Universitas Negeri Malang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.

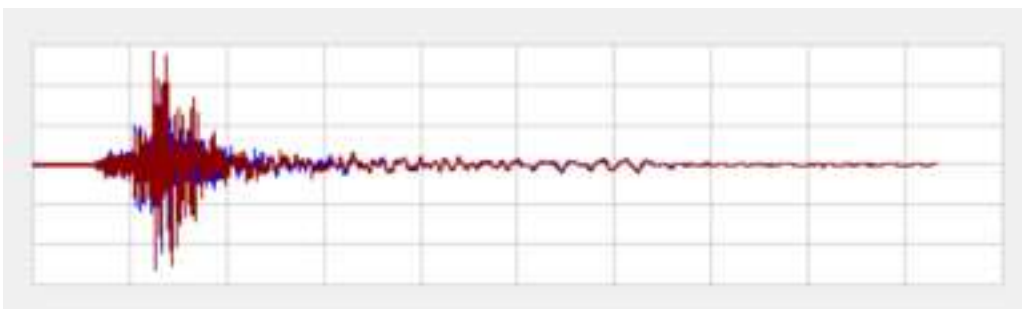


Gambar 2 Grafik Respons Spektrum Gedung A21 PPG Pascasarjana

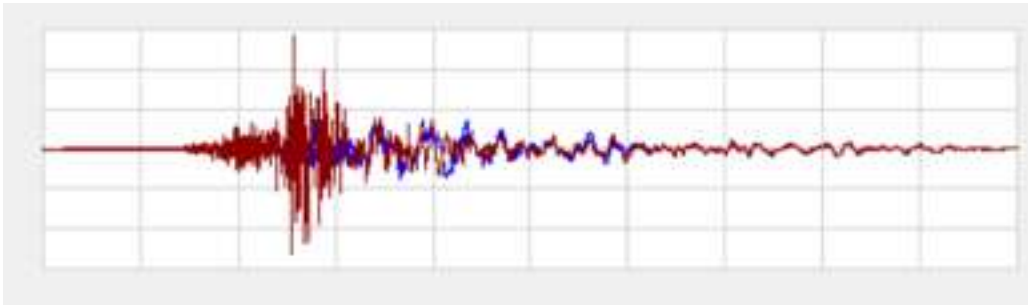
Pada analisis riwayat waktu data rekaman gempa yang digunakan ialah Gempa Imperial Valley, Chi-Chi, dan Kobe. Rekaman gempa ini didapatkan pada website PEER Ground Motion Database oleh Universitas California. Akselerogram gempa yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3 s.d. 5 berikut.



Gambar 3 Akselerogram Gempa Imperial Valley



Gambar 4 Akselerogram Gempa Kobe



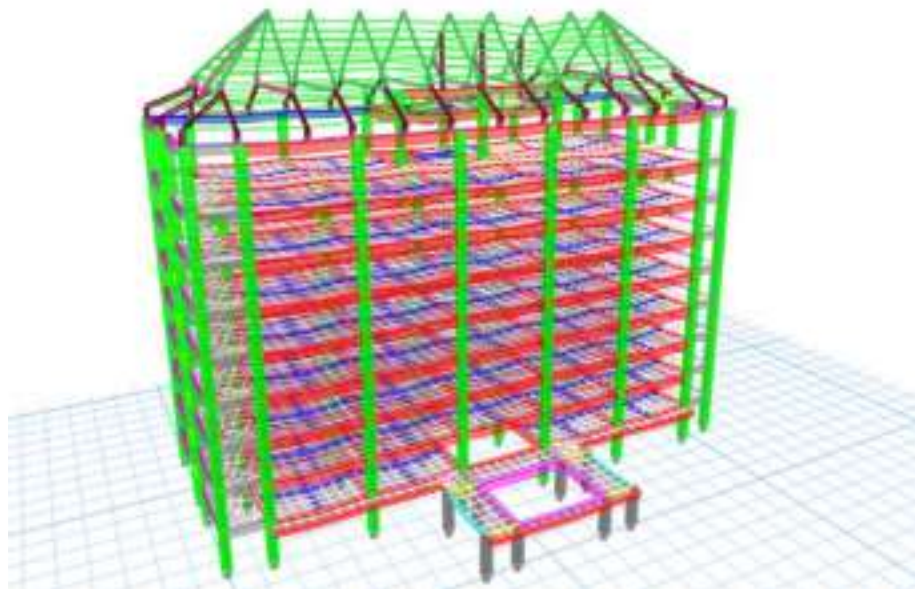
Gambar 5 Akselerogram Gempa Chi-Chi

2.2 Tahap Pemodelan dan Pembebanan Struktur

Struktur gedung dimodelkan dengan menggunakan software ETABS 2022. Pembebanan yang digunakan mengacu pada SNI 1727:2020. Jenis beban yang digunakan adalah beban hidup, beban mati, dan beban mati tambahan.

2.3 Tahap Analisis Respons Spektrum dan Analisis Riwayat Waktu

Pada analisis respons spektrum, tahapan yang dilakukan adalah menentukan faktor keutamaan gempa, menentukan parameter-parameter spektral, dan menentukan klasifikasi situs. Sedangkan pada analisis riwayat waktu, tahapan yang dilakukan adalah menentukan rekaman percepatan gerak tanah, menyesuaikan grafik riwayat waktu dengan respons spektrum, dan penskalaan beban gempa masukkan. Hasil analisis berupa storey drift kontrol berdasarkan SNI 1726:2019 dan performance level dikategori sesuai dengan ketentuan yang termuat dalam ATC-40. Pemodelan 3D dari Gedung A21 PPG Pascasarjana dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Pemodelan 3D Struktur Gedung A21 PPG Pascasarjana Universitas Negeri Malang

2.4 Pengolahan Data

Hasil analisis software ETABS yang ditinjau adalah displacement, storey drift, dan base shear. Hasil yang didapat dari ETABS kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel. Respon struktur terhadap beban gempa dikontrol dengan SNI 1726:2019 dan performance level struktur bangunan dikategorikan sesuai ketentuan ATC-40.

3. Hasil

3.1 Displacement

Hasil analisis yang menunjukkan displacement dari setiap desain disajikan berikut ini. Displacement pada arah-X untuk setiap desain dapat ditemukan pada Tabel 1, sementara displacement pada arah-Y dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Displacement Maximum Arah X

Tingkat	Chi-Chi	Imperial Valley	Kobe	Respons Spektrum
	mm	mm	mm	mm
Storey 10	72,206	75,774	49,224	83,686
Storey 9	70,79	73,389	47,754	80,954
Storey 8	66,828	68,43	43,643	75,251
Storey 7	63,167	63,67	40,613	70,362
Storey 6	57,703	56,7	37,176	63,386
Storey 5	50,278	49,731	32,831	54,408
Storey 4	40,91	41,118	27,47	43,637
Storey 3	29,824	30,08	19,255	31,398
Storey 2	17,667	17,575	11,73	18,365
Storey 1	6,253	6,022	5,066	6,404

Tabel 2 Displacement Maximum Arah Y

Tingkat	Chi-Chi	Imperial Valley	Kobe	Respons Spektrum
	mm	mm	mm	mm
Storey 10	60,094	95,946	53,847	78,441
Storey 9	58,534	93,439	50,774	76,017
Storey 8	53,998	85,432	43,813	68,8
Storey 7	51,355	79,016	41,017	63,842
Storey 6	47,397	70,78	36,348	57,272

Live and Applied Science, Volume 5

Storey 5	41,865	60,165	31,202	48,971
Storey 4	34,67	47,151	26,642	39,145
Storey 3	25,766	32,726	19,097	28,089
Storey 2	15,415	18,231	11,194	16,324
Storey 1	5,404	5,856	4,793	5,552

3.2 Storey Drift

Simpangan antar tingkat harus dicek sesuai SNI 1726:2019 dengan batasan pada Tabel 2.12. Namun, karena struktur ini termasuk dalam KDS D, sehingga batasan simpangan antar lantai harus dibagi dengan faktor redundansi yang telah diperoleh sesuai SNI 1726:2019.

a. Metode Respons Spektrum

Kontrol simpangan antar tingkat izin dari hasil analisa yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 berikut ini

Tabel 3 Simpangan antar tingkat Respons Spektrum arah x

RESPONS SPEKTRUM X							
Tingkat	Tinggi	δ	δeX	Cd	δx	Drift Limit	Ket
	mm	mm	mm		mm	mm	
10	2300	83,686	2,732	5,5	10,01	17,71	OK
9	5000	80,954	5,703	5,5	20,911	38,5	OK
8	3800	75,251	4,889	5,5	17,92	29,26	OK
7	3800	70,362	6,976	5,5	25,57	29,26	OK
6	3800	63,386	8,978	5,5	32,91	29,26	NOT OK
5	3800	54,408	10,771	5,5	39,49	29,26	NOT OK
4	3800	43,637	12,239	5,5	44,87	29,26	NOT OK
3	3800	31,398	13,033	5,5	47,78	29,26	NOT OK
2	3800	18,365	11,961	5,5	43,85	29,26	NOT OK
1	3950	6,404	6,404	5,5	23,48	30,415	OK

Live and Applied Science, Volume 5

Tabel 4 Simpangan antar tingkat Respons Spektrum arah y

RESPONS SPEKTRUM Y							
Tingkat	Tinggi	δ	δeY	Cd	δy	Drift Limit	Ket
	mm	mm	mm		mm	mm	
10	2300	78,441	2,424	5,5	8,888	17,71	OK
9	5000	76,017	7,217	5,5	26,4623	38,5	OK
8	3800	68,8	4,958	5,5	18,1793	29,26	OK
7	3800	63,842	6,57	5,5	24,09	29,26	OK
6	3800	57,272	8,301	5,5	30,437	29,26	NOT OK
5	3800	48,971	9,826	5,5	36,067	29,26	NOT OK
4	3800	39,145	11,056	5,5	40,53667	29,26	NOT OK
3	3800	28,089	11,765	5,5	43,13833	29,26	NOT OK
2	3800	16,324	10,772	5,5	39,49733	29,26	NOT OK
1	3950	5,552	5,552	5,5	20,3533	30,415	OK

b. Metode Riwayat Waktu

Kontrol simpangan antar tingkat izin dari hasil analisa gempa metode riwayat waktu yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5 s.d Tabel 6 berikut ini

- Imperial Valley

Tabel 5 Simpangan antar tingkat gempa Imperial Valley arah x

IMPERIAL VALLEY X							
Tingkat	Tinggi	δ	δeX	Cd	δx	Drift Limit	Ket
	mm	mm	mm		mm	mm	
10	2300	62,385	1,964	5,5	7,203	17,71	OK
9	5000	60,421	4,082	5,5	14,963	38,5	OK
8	3800	56,339	3,919	5,5	14,367	29,26	OK
7	3800	52,42	5,739	5,5	21,043	29,26	OK
6	3800	46,681	5,738	5,5	21,033	29,26	OK

Live and Applied Science, Volume 5

5	3800	40,943	7,091	5,5	26,003	29,26	OK
4	3800	33,852	9,087	5,5	33,319	29,26	NOT OK
3	3800	24,765	10,296	5,5	37,752	29,26	NOT OK
2	3800	14,469	9,511	5,5	34,877	29,26	NOT OK
1	3950	4,958	4,958	5,5	18,173	30,415	OK

Tabel 6 Simpangan antar tingkat gempa Imperial Valley arah y

IMPERIAL VALLEY Y							
Tingkat	Tinggi	δ	δeX	Cd	δx	Drift Limit	Ket
	mm	mm	mm		mm	mm	
10	2300	95,946	2,507	5,5	9,192	17,71	OK
9	5000	93,439	8,007	5,5	29,359	38,5	OK
8	3800	85,432	6,416	5,5	23,525	29,26	OK
7	3800	79,016	8,236	5,5	30,197	29,26	NOT OK
6	3800	70,78	10,615	5,5	38,9217	29,26	NOT OK
5	3800	60,165	13,014	5,5	47,718	29,26	NOT OK
4	3800	47,151	14,425	5,5	52,8917	29,26	NOT OK
3	3800	32,726	14,495	5,5	53,1483	29,26	NOT OK
2	3800	18,231	12,375	5,5	45,375	29,26	NOT OK
1	3950	5,856	5,856	5,5	21,472	30,415	OK

• Kobe

Tabel 7 Simpangan antar tingkat gempa Kobe arah x

KOBEX							
Tingkat	Tinggi	δ	δeX	Cd	δx	Drift Limit	Ket
	mm	mm	mm		mm	mm	
10	2300	49,224	1,47	5,5	5,39	17,71	OK

Live and Applied Science, Volume 5

9	5000	47,754	4,111	5,5	15,0737	38,5	OK
8	3800	43,643	3,03	5,5	11,11	29,26	OK
7	3800	40,613	3,437	5,5	12,6023	29,26	OK
6	3800	37,176	4,345	5,5	15,93167	29,26	OK
5	3800	32,831	5,361	5,5	19,657	29,26	OK
4	3800	27,47	8,215	5,5	30,1217	29,26	NOT OK
3	3800	19,255	7,525	5,5	27,5917	29,26	OK
2	3800	11,73	6,664	5,5	24,4347	29,26	OK
1	3950	5,066	5,066	5,5	18,5753	30,415	OK

Tabel 8 Simpangan antar tingkat gempa Kobe arah y

KOB E Y							
Tingkat	Tinggi	δ	δeY	Cd	δy	Drift Limit	Ket
	mm	mm	mm		mm	mm	
10	2300	53,847	3,073	5,5	11,2677	17,71	OK
9	5000	50,774	6,961	5,5	25,5237	38,5	OK
8	3800	43,813	2,796	5,5	10,252	29,26	OK
7	3800	41,017	4,669	5,5	17,1197	29,26	OK
6	3800	36,348	5,146	5,5	18,8687	29,26	OK
5	3800	31,202	4,56	5,5	16,72	29,26	OK
4	3800	26,642	7,545	5,5	27,665	29,26	OK
3	3800	19,097	7,903	5,5	28,977	29,26	OK
2	3800	11,194	6,401	5,5	23,4703	29,26	OK
1	3950	4,793	4,793	5,5	17,5743	30,415	OK

• Chi-Chi

Tabel 9 Simpangan antar tingkat gempa Chi-Chi arah x

Live and Applied Science, Volume 5

CHI-CHI X							
Tingkat	Tinggi	δ	δeX	Cd	δx	Drift Limit	Ket
	mm	mm	mm		mm	mm	
10	2300	72,206	1,416	5,5	5,192	17,71	OK
9	5000	70,79	3,962	5,5	14,523	38,5	OK
8	3800	66,828	3,661	5,5	13,4237	29,26	OK

8

7	3800	63,167	5,464	5,5	20,0347	29,26	OK
6	3800	57,703	7,425	5,5	27,225	29,26	OK
5	3800	50,278	9,368	5,5	34,3493	29,26	NOT OK
4	3800	40,91	11,086	5,5	40,6487	29,26	NOT OK
3	3800	29,824	12,157	5,5	44,5757	29,26	NOT OK
2	3800	17,667	11,414	5,5	41,8513	29,26	NOT OK
1	3950	6,253	6,253	5,5	22,927	30,415	OK

Tabel 10 Simpangan antar tingkat gempa Chi-Chi arah y

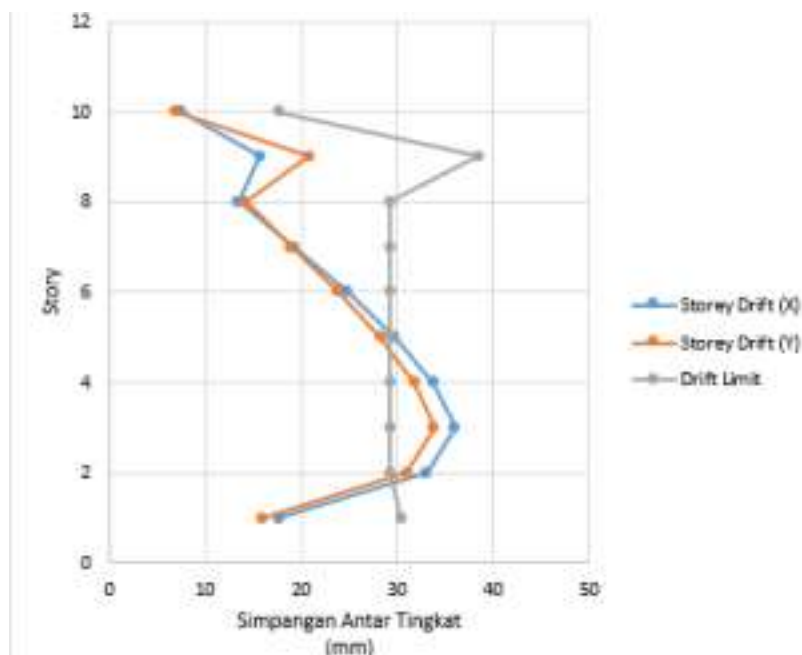
CHI-CHI Y							
Tingkat	Tinggi	δ	δeY	Cd	δy	Drift Limit	Ket
	mm	mm	mm		mm	mm	
10	2300	60,094	1,56	5,5	5,72	17,71	OK
9	5000	58,534	4,536	5,5	16,632	38,5	OK
8	3800	53,998	2,643	5,5	9,691	29,26	OK
7	3800	51,355	3,958	5,5	14,5127	29,26	OK
6	3800	47,397	5,532	5,5	20,284	29,26	OK
5	3800	41,865	7,195	5,5	26,3817	29,26	OK

4	3800	34,67	8,904	5,5	32,648	29,26	NOT OK
3	3800	25,766	10,351	5,5	37,957	29,26	NOT OK
2	3800	15,415	10,011	5,5	36,707	29,26	NOT OK
1	3950	5,404	5,404	5,5	19,817	30,415	OK

4. Pembahasan

4.1 Perbandingan hasil penelitian dengan penelitain terdahulu terhadap respons struktur dengan metode respons spektrum

Pada analisis respons spektrum nilai base shear yang didapatkan sebesar 4336,2298 Kn untuk arah x dan 4518,7987 untuk arah y sehingga perlu diskalakan agar memenuhi persyaratan SNI 1726:2019 dimana nilai V dinamik $\geq 100\%$ V statik, hal ini selaras dengan penelitian terdahulu oleh Arrasyid, Kristya, dan Pradana dimana dalam hal ini base shear untuk respons spektrum nilainya perlu diskalakan agar memnuhi persyaratan. Selanjutnya pada analisis storey drift (simpangan antar lantai) didapatkan hasil pada respons spektrum terdapat nilai yang tidak memenuhi izin pada tingkat ke-2 s.d. 6 baik arah x maupun arah y, hal ini terjadi akibat dari beberapa faktor, dimana nilai displacement bertambah besar akibat penskalaan base shear sebesar 100%, statik, lalu adanya peraturan terkait nilai faktor redundansi apabila gedung masuk dalam kategori KDS D maka batas izin yang diperbolehkan (drift limit) semakin kecil, namun disisi lain dengan adanya peraturan baru dari SNI 1726:2019 membuktikan bahwa struktur kurang aman dan kaku. Pada penelitian terdahulu, yang dilakukan pada gedung GKB A19 Universitas Negeri Malang hasil dari analisis menunjukkan nilai storey drift aman pada semua tingkat sesuai SNI 1726:2019, hal ini bisa terjadi akibat dari adanya penambahan kekuatan struktur untuk beban lateral yaitu dinding geser, sehingga kekuatan struktur lebih aman dan kaku. Pada Gambar 5.1 berikut ini akan disajikan grafik dari storey drift pada analisis respons spektrum.

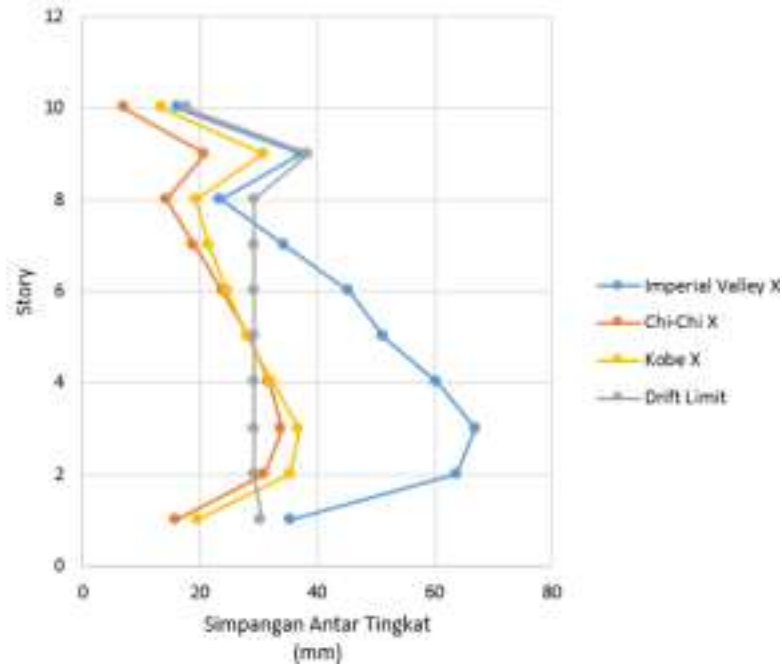


Gambar 7 Grafik simpangan antar tingkat metode respons spektrum

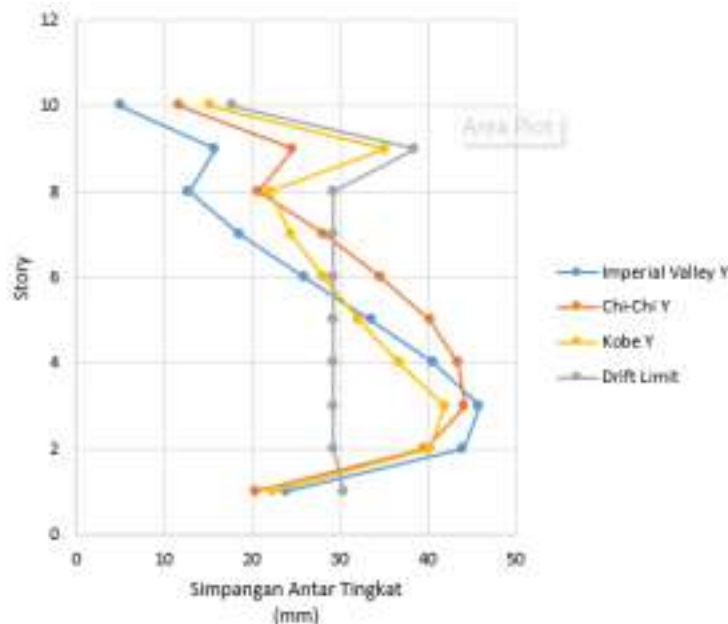
4.2 Perbandingan hasil penelitian dengan penelitian terdahulu terhadap respons struktur dengan metode Riwayat Waktu

Pada analisis riwayat waktu, nilai base shear yang didapatkan untuk rekaman gempa Kobe dan Chi-Chi sangat jauh dari statik ekuivalen, hal ini terjadi karena frekuensi akselerogram nilainya dibawah dari grafik respons spektrum sehingga nilai base shear pada struktur kecil. Selanjutnya untuk nilai base shear rekaman gempa Imperial Valley, Chi-Chi, dan Kobe perlu diskalakan agar sesuai persyaratan SNI 1726:2019, sehingga setelah diskalakan nilai base shear pada ketiga rekaman gempa relatif sama yaitu sebesar 5752,176 kN. hal ini selaras dengan penelitian terdahulu dimana nilai base shear pada rekaman gempa riwayat waktu perlu diskalakan agar memenuhi syarat. Selanjutnya, pada analisis storey drift (simpangan antar tingkat) pada rekaman gempa Imperial Valley terdapat tingkat yang tidak memenuhi izin baik arah x maupun arah y, dimana hal ini terjadi akibat akselerogram pada rekaman gempa Imperial Valley cukup tinggi terutama pada arah y. Selanjutnya untuk rekaman gempa Kobe hasil nilai yang didapatkan memenuhi izin untuk arah y dan untuk arah x terdapat tingkat yang tidak memenuhi izin, untuk rekaman gempa Chi-Chi terdapat nilai yang tidak memenuhi izin baik arah x maupun arah y.

Hal yang dapat menyebabkan nilai storey drift tidak memenuhi izin pada metode riwayat waktu ada beberapa faktor, dimana pengaruh akselerogram yang dimasukkan lalu dilakukan spectral matching dengan respons spektrum sehingga menghasilkan nilai yang menyesuaikan matching tersebut, selanjutnya karena adanya peraturan terbaru terkait nilai faktor redundansi karena masuk dalam kategori KDS D dimana hal ini menyebabkan drift limit menjadi lebih kecil. Namun dengan adanya peraturan ini menunjukkan bahwa gedung memiliki struktur yang masih kurang kaku dan kurang kuat, sehingga tidak memenuhi izin sesuai SNI. Dibandingkan dengan penelitian terdahulu, pada penelitian yang dilakukan oleh Kristya dimana gedung hotel tersebut juga memiliki nilai yang tidak memenuhi syarat pada analisis riwayat waktu sehingga dibutuhkan penambahan kekuatan struktur. Pada penelitian kristia ditambahkan penguat dinding geser, dan terbukti menambah kekuatan dari struktur tersebut sehingga nilai storey drift memenuhi drift limit. Pada Gambar 5.2 dan 5.3 berikut ini akan disajikan gabungan grafik dari storey drift pada analisis riwayat waktu.



Gambar 9 Grafik perbandingan beban gempa riwayat waktu arah x



Gambar 8 Grafik perbandingan beban gempa riwayat waktu arah y

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis menggunakan metode respons spektrum dan riwayat waktu, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- Pada metode Respons Spektrum berdasarkan hasil analisis, diperoleh base shear yang di dapatkan belum memenuhi syarat SNI 1726:2019 sehingga perlu dilakukan penskalaan. Nilai base shear sebelum diskalakan sebesar 4336,22 kN untuk arah x yaitu 0,75% dari statik ekuivalen dan 4518,79 untuk arah y yaitu 0,78% dari statik ekuivalen, lalu setelah diskalakan menjadi 5754,19 kN untuk arah x dan 5752,44 untuk arah y. Hasil analisis storey drift (simpangan antar lantai), terdapat nilai yang tidak memenuhi syarat pada tingkat ke-2 s.d. 6 di arah x maupun arah y. Hal ini disebabkan oleh selisih nilai displacement pada lantai tersebut terpaut cukup jauh, sehingga menimbulkan nilai drift yang cukup besar.

Live and Applied Science, Volume 5

Nilai storey drift terbesar berada pada tingkat ke-3 sebesar 0,047 m pada arah x dan 0,043 m pada arah y.

- b. Pada metode Riwayat Waktu nilai base shear yang didapatkan untuk rekaman gempa Imperial Valley, Kobe, dan Chi-Chi harus diskalakan sehingga hasil base shear untuk ketiga rekaman gempa telah memenuhi syarat SNI 1726:2019. Hasil analisis storey drift (simpangan antar lantai) dengan rekaman gempa Imperial Valley, terdapat nilai yang tidak memenuhi syarat pada tingkat ke-1 s.d. 3 untuk arah x dan tingkat ke-2 s.d. 7 untuk arah y. Pada rekaman gempa Kobe nilai pada arah y memenuhi syarat diseluruh tingkat namun pada arah x tidak memenuhi syarat pada tingkat ke-3. Pada rekaman gempa Chi-Chi nilai yang tidak memenuhi syarat pada tingkat ke-2 s.d. 5 untuk arah x, dan tingkat ke-2 s.d. 4 untuk arah y. Hal ini disebabkan oleh selisih nilai displacement pada lantai tersebut terpaut cukup jauh, sehingga menimbulkan nilai drift yang cukup besar. Nilai storey drift terbesar dari ketiga rekaman gempa berada di tingkat ke-3.
- c. Performance level gedung A21 PPG Pascasarjana Universitas Negeri Malang berdasarkan analisis level kinerja sesuai ATC-40 dengan rekaman gempa yang diberikan, gedung masuk dalam kategori Immediate Occupancy (IO).

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk hasil pengecekan storey drift (simpangan antar lantai) yang tidak memenuhi persyaratan perlu adanya tindak lanjut apabila dilakukan penelitian lanjutan, bisa dengan melakukan redesain terhadap gedung, agar nilai simpangan dapat memenuhi dan struktur akan lebih kuat
- b. Dapat dilakukan perhitungan lanjutan terkait evaluasi kinerja struktur dengan metode non linear riwayat waktu atau pushover, agar mengetahui bagaimana perilaku struktur pada metode non linear
- c. Untuk mendapatkan nilai evaluasi yang lebih rinci, penelitian selanjutnya dapat meninjau efek P-Delta serta batas layan ultimit pada gedung

Daftar Rujukan

- ATC 40. 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Concrete Buildings*. California Seismic Safety Commission. Redwood City.
- Arrasyid, M. I. (2022). *EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA DENGAN METODE ANALISIS RESPONS SPEKTRUM DAN TIME HISTORY: Studi Kasus: Gedung Direktorat Narkoba dan Direktorat Intelkam Polda Jabar Kota Bandung* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019)*. 2019). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur (SNI 1727:2020)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. . *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur (SNI 1727:1989)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Hidayat, L. F. K. (2018). Evaluasi kinerja struktur gedung 11 lantai dengan analisis riwayat waktu dan respon spektra ditinjau pada drift ratio, displacement, dan keruntuhan gempa (studi kasus: Gedung Fakultas Farmasi Universitas Airlangga).
- Kairatun, I., Budiman, E., & Jamal, M. (2019). Analisis Pushover Pada Struktur Baja Dengan Bresing Menggunakan SAP2000. *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 3(1), 40-49.
- Nugroho, F. A., Nurchasanah, Y., & Fauzi, M. G. (2024, June). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung menggunakan Analisis Respons Spektrum Gempa Desain SNI 1726: 2019. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS* (pp. 50-54).