

Analisis Respon Struktur Akibat Beban Gempa Statik dan Dinamik pada Gedung Perpustakaan Berdasarkan SNI 1726-2019

Mohd Hafiz & Rita Anggraini*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta
Jln. Sumatera, Ulak Karang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat (25133)

Email: rita.anggraini@bunghatta.ac.id

Dikirim: 15 Agustus 2024

Direvisi: 7 Januari 2025

Diterima: 20 Januari 2025

ABSTRAK

Kota Padang merupakan salah satu daerah rawan terhadap bencana gempabumi. Berhubung dengan dibangunnya Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang sebanyak tujuh lantai yang dalam hitungannya terbilang bangunan tingkat tinggi di Kota Padang. Metode statik dan dinamik digunakan untuk melihat respon struktur gedung tersebut. Sebagian peneliti mengatakan bahwa analisis statik lebih efisien digunakan dalam melihat respon struktur tingkat tinggi. Namun penelitian lainnya mengatakan bahwa analisis statik kurang presisi dan terdapat faktor lain yang menyebabkan analisis statik ini kurang efisien. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan antara analisis respon struktur beban gempa statik dengan dinamik berdasarkan hasil *displacement* dan *base shear*. Setelah dilakukan analisis perbandingan respon struktur dan pembahasan, diperoleh bahwa analisis dinamik lebih efisien diterapkan dalam melihat respon struktur tingkat tinggi. Di mana didapatkan hasil *displacement* dan *base shear* analisis dinamik sebesar 94% dan 81% sedangkan dari analisa statik sebesar 6% dan 19%.

Kata kunci: beban gempa, respon struktur, statik dan dinamik

1. PENDAHULUAN

Sumatera Barat merupakan wilayah yang rawan akan terjadinya bencana gempabumi. Salah satunya adalah gempabumi pada tahun 2009 yang banyak menimbulkan korban jiwa dan kerugian harta (BPBD Kota Padang, 2019). Di Kota Padang sendiri terdapat batas tinggi dan batas jumlah tingkatan maksimum dalam pembangunan struktur gedung tingkat tinggi mengingat gempa yang rawan terjadi di daerah ini. Gempabumi disebabkan oleh pelepasan energi regangan elastis dari batuan di lapisan litosfer, dan semakin banyak energi yang dilepaskan maka gempa yang dihasilkan akan semakin kuat. Hal tersebut menyebabkan tanah bergerak, sehingga bangunan di atasnya akan ikut merespon gerakan tersebut (Zebua, 2018).

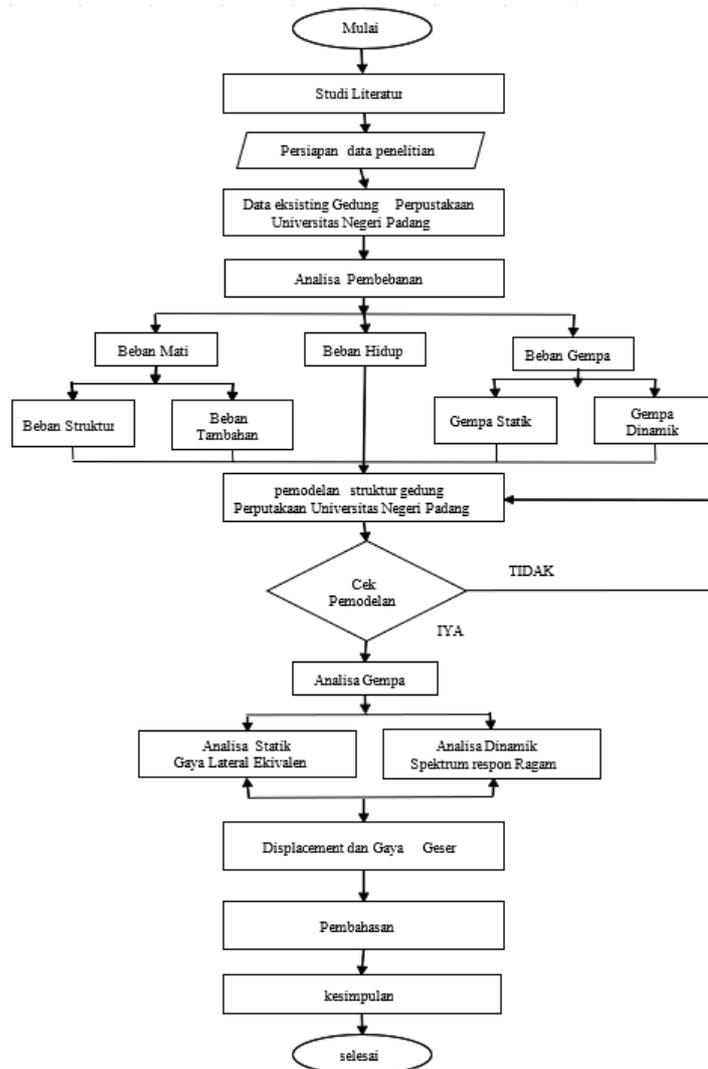
Tarigan (2013) menyatakan bahwa analisis statik ekuivalen lebih akurat digunakan dibandingkan dengan analisis dinamik pada struktur beraturan sudut dalam 10%. Sedangkan untuk struktur tidak beraturan 40% dari analisis statik ekuivalen yang diperoleh tidak akurat karena nilai respons struktur yang kecil. Respon struktur yang ditinjau adalah perpindahan, simpangan antar lantai, momen balok dan kolom. Analisis statik lebih akurat digunakan berdasarkan ketidakberaturan struktur bangunan setinggi 7 (tujuh) lantai. Di sini, tingkat keakuratan analisis statik ekuivalen dan dinamik respon spektrum terhadap struktur beraturan dan ketidakberaturan dengan variasi massa yang mana analisis statik ekuivalen masih akurat digunakan pada struktur beraturan dan ketidakberaturan dengan variasi massa 200%, 350% dan 500% dikarenakan memiliki nilai respon parameter dari struktur yang lebih besar dibandingkan dengan spektrum respon, dengan respon parameter yang ditinjau adalah *base shear* dan *displacement*. Nilai *base shear* dan *displacement* tidak berbeda jauh hasilnya dari yang dianalisis dengan analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik ragam spektrum respon, dengannya analisis statik ekuivalen masih dapat digunakan pada bangunan 7 tingkat akan tetapi lebih akurat dianalisis secara dinamik (Nasution, 2013).

Analisis statik kurang efisien digunakan terlebih lagi munculnya SNI terbaru yakni SNI 1726-2019 terdapat beberapa perubahan respon spektrum di dalamnya. Analisis statik kurang presisi atau kurang teliti untuk berbagai macam struktur yang akan dibangun dikarenakan banyaknya batasan-batasan yang diberikan dalam analisis statik ekuivalen berakibat nilai *base shear* dan *displacement* menjadi kurang teliti. Munculnya SNI terbaru yaitu SNI-1726-2019 yang menyebabkan beberapa perubahan seperti perubahan nilai koefisien situs, nilai *SS* dan *Si*, serta perubahan nilai parameter perhitungan respon spektrum (Windah, 2014). SNI 1726-2012 dirasa tidak sesuai diaplikasikan sebagai pedoman perencanaan struktur tahan gempa karena mengingat terdapat perubahan respon spektrum gempa yang mana terjadi kenaikan dan penurunan pada masing-masing daerah.

Pada dasarnya, struktur dari bangunan harus dilakukan perhitungannya dalam menahan dan memikul beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut, terutama sekali pada struktur bangunan yang dirancang tahan gempa yang tentunya harus sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan. Respons struktur akibat gempa tersebut sangat dipengaruhi dari bentuk bangunan itu sendiri. Terdapat beberapa bentuk dari bangunan yang mempengaruhi, akan tetapi bentuk yang beraturan, simetris dan sederhana akan berperilaku baik terhadap gempa dibandingkan dengan bentuk bangunan yang tidak beraturan (Tarigan, 2013). Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat respon struktur bangunan menggunakan dua analisis yakni analisa statik dan analisis dinamik. Di antara kedua jenis analisis tersebut tentu terdapat kelebihan dan kekurangan. Hal ini menunjukkan bahwa dalam analisispun harus memakai analisa yang tepat. Adapun objek penelitian adalah gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang yang memiliki jumlah lantai tujuh yang tergolong bangunan tingkat tinggi di Kota Padang.

2. METODE PENELITIAN

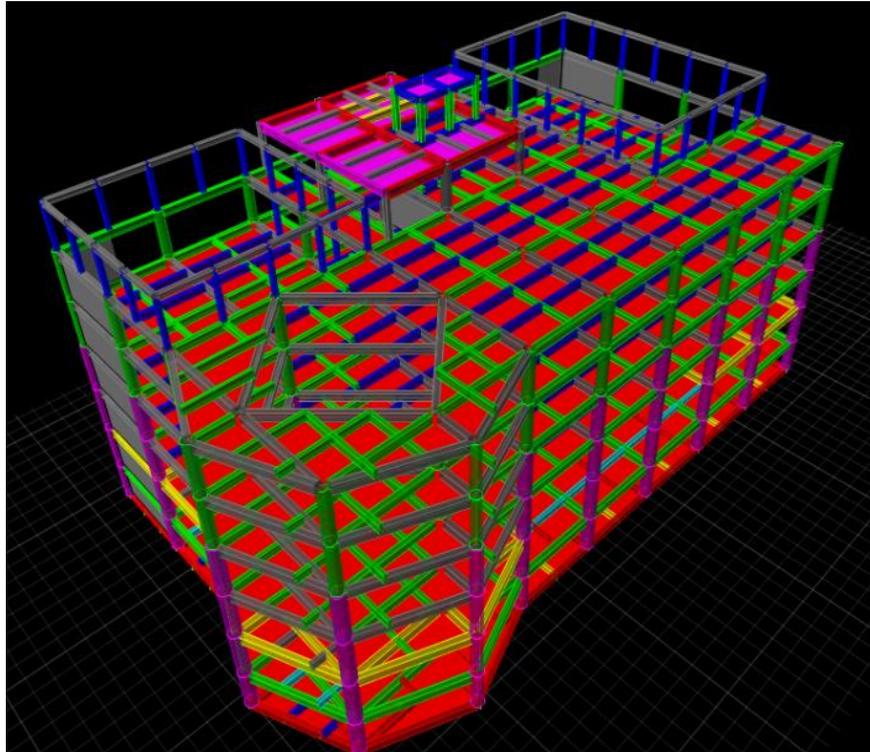
Tahap awal penelitian ini adalah mengumpulkan data sekunder dalam bentuk data *as built drawing*. Selanjutnya dilakukan pengolahan dengan menggunakan program *Etabs* untuk membuat pemodelan struktur guna memperoleh hasil yang diinginkan. Analisis dilakukan apabila hasil yang diperoleh dari pemodelan *Etabs* telah ditemukan. Berikutnya dilakukan penambahan beban-beban yang digunakan dalam struktur tersebut, dilanjutkan dengan pe-running-an hasil untuk memperoleh nilai *displacement* dan *base shear* dari masing-masing metode analisis. Tahap berikutnya adalah membandingkan analisis mana yang lebih efisien untuk melihat respon struktur akibat beban gempa. Adapun bagan alir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

3. HASIL DAN DISKUSI

Pemodelan struktur dilakukan setelah dilakukan analisis data seperti analisis pembebanan, baik itu beban mati, beban hidup dan beban gempa. Analisis beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019. Kemudian beban tersebut dimasukkan (input) pada pemodelan yang didapatkan dari data *as built drawing*. Contoh pemodelan struktur dengan menggunakan program *Etabs* dipaparkan pada Gambar 2.



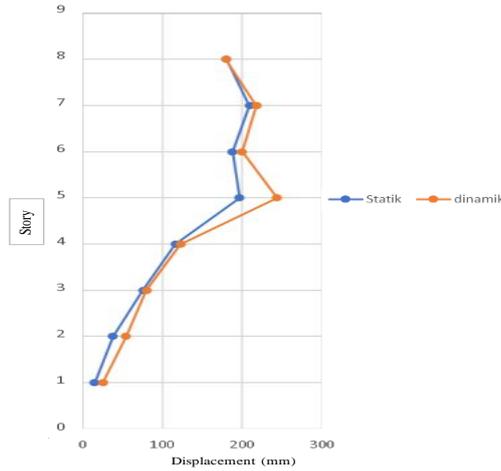
Gambar 2. Pemodelan struktur dengan menggunakan program *Etabs*

Hasil *displacement* analisa statik dan dinamik

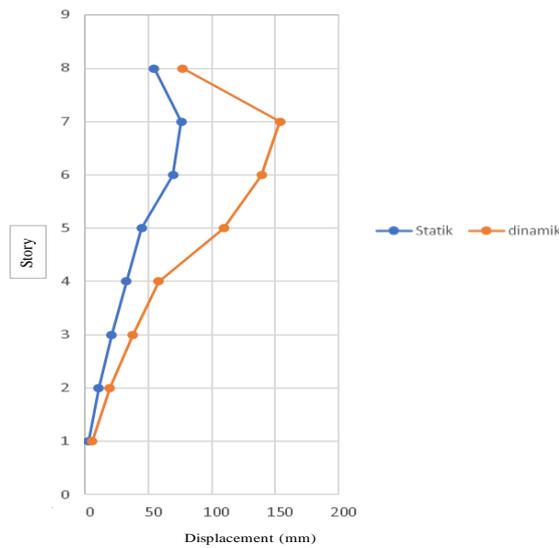
Setelah pemodelan dilakukan langkah selanjutnya adalah membaca hasil dan melakukan perbandingan dari hasil analisis statik dan dinamik. Dapat dilihat pada Tabel 1, Gambar 3 dan Gambar 4. Berdasarkan Tabel 1, didapatkan bahwa persentase *displacement* untuk arah X analisis dinamik menunjukkan skala persentase yang lebih besar, sedangkan untuk arah Y persentase yang lebih besar pun terjadi pada analisa dinamik.

Tabel 1. Hasil *Displacement* Analisa Statik dan Dinamik

Story	elevasi	Arah X (mm)			Arah Y (mm)		
		statik	dinamik	beda	statik	dinamik	beda
rooftank	4	180,353	179,748	0%	54,758	77,121	29%
lt.7	4,2	209,398	218,321	4%	76,23	153,959	50%
lt.6	4,2	188,326	199,828	6%	69,475	139,391	50%
lt.5	4,2	196,875	243,456	19%	44,757	109,41	59%
lt.4	4,2	116,622	123,187	5%	32,676	58,282	44%
lt.3	4,2	76,068	80,498	6%	21,085	37,809	44%
lt.2	4,2	38,504	54,999	30%	10,875	19,621	45%
lt.1	3,5	15,461	26,021	41%	3,14	5,744	45%



Gambar 3. Grafik Displacement Arah X



Gambar 4. Grafik Displacement Arah Y

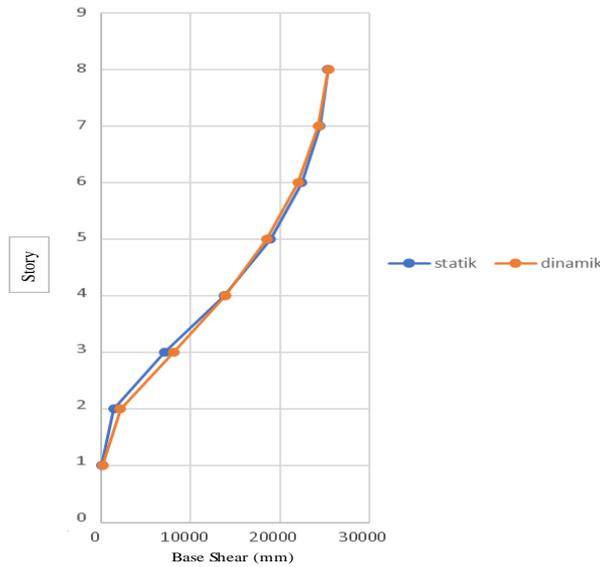
Berdasarkan Tabel 1 dan grafik Gambar 3 dan 4 di atas dapat dilihat bahwa hasil analisis dinamik diperoleh lebih besar dari pada hasil analisa statik. Didapatkan perbedaan maksimum untuk *displacement* arah Y 59% sedangkan arah X 41%. Grafik *displacement* arah X (Gambar 4), *displacement* terbesar terjadi pada lantai lima. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan massa dan perbedaan fungsi ruangan pada lantai tersebut. Tidak hanya itu terdapat *void* yang menyebabkan *displacement* pada lantai lima ini terlalu besar. Dari hasil analisis di atas didapatkan hasil persentase nilai *displacement* untuk analisa dinamik 94%. Artinya sebagian besar dari hasil analisis di atas mengarah ke analisa dinamik.

Hasil base shear analisis statik dan dinamik

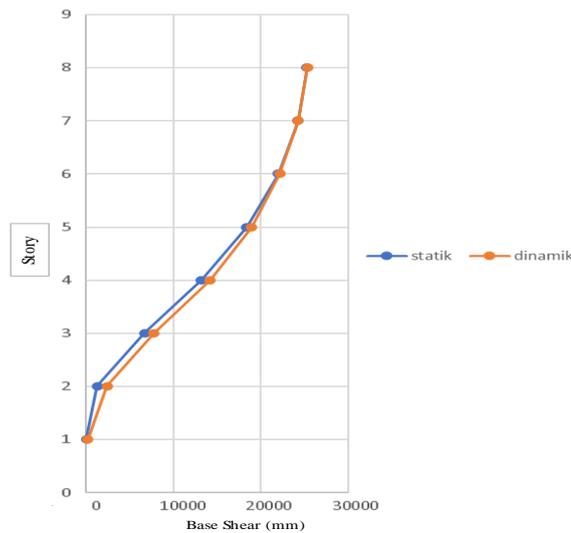
Nilai *base shear* dari struktur ini diperoleh dengan menggunakan dua metode yang berbeda yakni metode statik dan dinamik. Tabel 2 merupakan hasil *base shear* dari kedua metode tersebut. Dari Tabel 2, didapatkan bahwa perbedaan *base shear* tidak jauh berbeda dibandingkan dengan hasil *displacement* sebelumnya. Terlihat pada Tabel 2 tersebut diperoleh nilai persentase *base shear* untuk arah X (Gambar 5) analisis dinamik lebih besar. namun pada lantai 2 hingga lantai 4 *base shear* arah X pada analisis statik lebih besar. Di sisi lain untuk arah Y (Gambar 6) persentase *base shear* analisis dinamik lebih besar dari pada analisis statik. Didapatkan dari hasil analisa dinamik persentase dari nilai *base shear* di atas adalah 81%. Artinya untuk perbandingan hasil antara analisa statik dan dinamik diperoleh nilai *base shear* dinamik lah yang paling besar.

Tabel 2. Hasil Base Shear Antar Lantai Analisa Statik dan Dinamik

Story	Elevasi	Arah X			Arah Y		
		statik	dinamik	beda	statik	dinamik	beda
		kN	kN	%	kN	kN	%
rooftank	4	103,819	209,646	50%	96,084	238,181	60%
lt.7	4,2	1437,97	2165,42	34%	1347,58	2454,58	45%
lt.6	4,2	7085,41	8098,65	13%	6739,12	7837,61	14%
lt.5	4,2	13774,6	13907,3	1%	13266,4	14287,1	7%
lt.4	4,2	18918,8	18536,9	2%	18423,2	19013,2	3%
lt.3	4,2	22393,5	22002,8	2%	22031	22234,1	1%
lt.2	4,2	24461,8	24302,3	1%	24290,1	24334,9	0%
lt.1	3,5	25333,1	25421,8	0%	25333,1	25390,3	0%



Gambar 5. Grafik Base Shear arah X



Gambar 6. Grafik Base Shear arah Y

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis statik dan dinamik portal dari gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang sudah dikatakan kaku walaupun dari hasil pemeriksaan simpangan antar tingkat melebihi batas izin sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan oleh SNI. Batas izin yang diperoleh yaitu sebesar 30,77 mm sedangkan simpangan antar tingkat yang diperoleh sebesar 31,2963 mm. Untuk mengatasi hal tersebut maka ditambahkan

elemen struktur yang berupa *shearwall* untuk membuat struktur portal kaku. Pada hasil analisa statik dan dinamik didapatkan hasil *displacement* dan *base shear* pada setiap tingkat analisis dinamik selalu lebih besar dibandingkan dengan analisis statik. Didapatkan perbedaan maksimum untuk *displacement* arah Y 59% sedangkan arah X 41%. Sedangkan untuk *base shear* perbedaan maksimum yang diperoleh untuk arah X 50% dan arah Y 60% dengan analisis dinamik lebih besar dari pada statik. Secara keseluruhan hasil analisis statik dan dinamik yang diperoleh yakni nilai *base shear* dan *displacement* pada analisis dinamik nilainya lebih besar dari pada nilai analisis statik, yang mana hasil persentase *displacement* dinamik yakni 94% sedangkan untuk persentase *base shear* dinamik 81%. Dengan demikian hasil analisis dinamik respon spektra lebih aman digunakan pada analisis gedung pada tanah yang rawan akan terjadinya gempa, walaupun pada beberapa jurnal sebelumnya mengatakan bahwa analisis statik lateral ekuivalen merupakan analisis yang aman digunakan untuk melihat respon struktur akibat gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- BPBD Kota Padang, 2019. Mengenang Gempa 2009 di Kota Padang [WWW Document]. URL <https://bpbk.padang.go.id/konten/mengenang-gempa-2009-di-kota-padang> (accessed 2.14.25).
- Nasution, F., 2013. Perbandingan Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis Dinamik Ragam Spektrum Respons pada Struktur Beraturan dan Ketidakteraturan Massa Sesuai Rsn 03-1726-201x (Thesis). Universitas Sumatera Utara, Medan.
- SNI 1726-2012, 2012. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
- SNI 1726:2019, 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Kerangka Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- SNI-1726-2019, 2019. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung.
- Tarigan, M., 2013. Perbandingan Respon Struktur Beraturan dan Ketidakteraturan Horizontal Sudut dalam Akibat Gempa dengan Menggunakan Analisis Statik Ekuivalen dan Time History (Thesis). Universitas Sumatera Utara.
- Windah, R.S., 2014. Penggunaan Dinding Geser Sebagai Elemen Penahan Gempa Pada Bangunan Bertingkat 10 Lantai. JURNAL ILMIAH MEDIA ENGINEERING 1.
- Zebua, A.W., 2018. Analisis Gaya Gempa Pada Bangunan Rumah Tinggal di wilayah Gempa Tlnggi. Siklus : Jurnal Teknik Sipil 4, 23–35. <https://doi.org/10.31849/siklus.v4i1.1128>