

PERBANDINGAN RESPON STRUKTUR GEDUNG BERATURAN DUA DIMENSI YANG MENGGUNAKAN RESPON SPEKTRA PSHA DAN SNI DI PULAU ALOR

Partogi H. Simatupang¹ (simatupangpartogi@yahoo.com)
Venantius K. Djema² (kennydjema@gmail.com)
Ruslan Ramang³ (rulsan_ramang@gmail.com)

ABSTRAK

Pulau Alor merupakan salah satu wilayah yang memiliki aktivitas seismisitas dan tektonik yang tinggi. Perlu adanya perencanaan dan analisis yang baik terhadap bangunan agar mencegah bangunan mengalami kerusakan struktur. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui perbandingan respon struktur dengan menggunakan respons spektra PSHA (*Probability Seismic Hazard Analysis*) dan respon spektra SNI di Pulau Alor yang ditinjau berdasarkan defleksi lateral, *total drift* dan *interstory drift* dengan menggunakan *software* SAP 2000. Hasil analisis yang didapat dari penelitian ini ialah pada portal arah X nilai defleksi lateral maksimum terjadi pada lantai yang paling atas pada struktur sebesar 0,0168 m. Sementara pada portal arah Y nilai defleksi lateral maksimum terjadi pada lantai yang paling atas pada struktur sebesar 0,0251 m. Berdasarkan nilai *total drift* dan *interstory drift*, gedung termasuk dalam taraf kinerja *Immediate Occupancy* (IO) dengan Maksimal *Total Drift* pada portal arah X sebesar 0,0006, sedangkan Maksimal *Total Drift* pada portal arah Y sebesar 0,0009. Dan Maksimal *Interstory Drift* pada portal arah X sebesar 0,0004, sedangkan Maksimal *Interstory Drift* pada portal arah Y sebesar 0,0007. Hasil perbandingan menunjukkan defleksi lateral dengan metode PSHA lebih besar dibandingkan defleksi lateral SNI 2012 dan 2002.

Kata Kunci : respon spektra; defleksi lateral; *total drift*; *interstory drift*

ABSTRACT

Aloriland is one of the territory that have high seismic and tectonic activities. There is a need for planning and well analysis on the structure to prevent the building have structural damage. The purpose of this research is to find the comparison of the structure response with use PSHA's (Probability Seismic Hazard Analysis) spectrum response and SNI's spectrum response in Alor island that observed from lateral deflection, total drift and interstory drift by use SAP 2000 software. The result of this analysis is the maximum lateral deflection values on X axis's frame at the highest story on the structure is 0,0168 m. While the maximum lateral deflection values on Y axis's frame at the highest story on the structure is 0,0251 m. Based on the total drift and interstory drift values, the building can be include in Immediate Occupancy (IO) performance level with the maximum total drift for X axis's frame is 0,0006, while the maximum total drift for Y axis's frame is 0,0009. And the maximum interstory drift for X axis's frame is 0,0004, while the maximum interstory drift for Y axis's frame is 0,0007. The result of the comparison shows that the lateral deflection with PSHA's method is bigger than the SNI 2012's and SNI 2002's lateral deflection.

Keyword : *spectrum response; lateral deflection; total drift; interstory drift*

¹ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

² Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

³ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kegempaan yang sangat tinggi karena diapit oleh lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia termasuk Pulau Alor. Pulau Alor merupakan salah satu pulau yang berada di Kabupaten Alor, Provinsi Nusa Tenggara Timur berjarak sekitar 260 km dari Kota Kupang. Pulau Alor mempunyai kerawanan bahaya kegempaan yang tinggi. Pulau Alor sudah sering dilanda gempa bumi yang menimbulkan banyak kerusakan struktur pada prasarana kehidupan yang ada. Analisis kegempaan telah dilakukan oleh Putra (2017) untuk mengetahui berapa besar respon spektra yang ada di Pulau Alor. Hasil penelitian menunjukkan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) di batuan dasar untuk Pulau Alor bervariasi dari 0,4849 g – 0,5260 g (Putra, 2017). Grafik respon spektrum hasil penelitian menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan grafik respon spektrum SNI-1726-2002 dan SNI-1726-2012. Dalam sebuah perencanaan struktur gedung bertingkat, diperlukan sebuah analisis untuk mengetahui respon dari komponen struktur. Sehingga dalam penelitian ini nilai percepatan tanah maksimum (PGA) yang didapatkan oleh Putra (2017) akan digunakan sebagai beban gempa dalam perhitungan analisis struktur yang ada di Pulau Alor guna merencanakan struktur gedung bertingkat tahan gempa. Dengan maksud mengetahui respon suatu komponen struktur gedung bertingkat berupa nilai defleksi lateral, *total drift* (simpangan total) dan *interstory drift* (simpangan antar lantai) akibat gaya gempa yang terjadi dengan menggunakan aplikasi SAP 2000. Penelitian ini akan menggunakan respon spektra yang didapat dari penelitian Putra (2017) dan SNI-1726-2012. Hasil penelitian ini kemudian akan dibandingkan dengan hasil dari SNI 2002, SNI-1726-2012 dan hasil dari penelitian Putra (2017).

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui respon struktur berupa defleksi lateral, *total drift* dan *interstory drift* pada gedung beraturan dua dimensi dengan menggunakan respon spektra gempa yang terjadi di Pulau Alor
2. Mengetahui perbandingan hasil respon struktur (defleksi lateral, *total drift*, dan *interstory drift*) pada gedung beraturan dua dimensi dengan menggunakan respon spektra pada SNI 2002, SNI-1726-2012 dan respon spektra PSHA yang dikembangkan oleh Putra (2017)
3. Mengetahui level kinerja struktur pada gedung dua dimensi dengan menggunakan respon spektra gempa yang terjadi di Pulau Alor

TINJAUAN PUSTAKA

Defleksi Lateral

Defleksi lateral merupakan pergerakan dari sebuah struktur bangunan secara horizontal akibat dari beban seperti beban angin, beban gempa, dan lain-lain yang mengakibatkan simpangan antar lantai (BSN, 2012). Adapun hal – hal yang mempengaruhi besarnya defleksi lateral ini ialah pembebanan, jenis material, kekuatan material dan jenis tumpuan. Simpangan (*drift*) adalah suatu perpindahan lateral relatif antara dua tingkat bangunan yang berdekatan atau dapat dikatakan simpangan mendatar tiap-tiap tingkat bangunan. Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah.

Total Drift dan Interstory Drift

Simpangan (*Drift*) atau yang bisa disebut *Total Drift* merupakan deformasi maksimum pada puncak dari sebuah struktur (Jaya, 2016). *Total Drift* digunakan untuk mengetahui kekakuan lateral suatu struktur bangunan dan digunakan untuk mengetahui batas kerusakan yang akan terjadi pada struktur bangunan. Untuk mengetahui nilai dari *Total Drift*, kita dapat menggunakan persamaan berikut :

$$TotalDrift = \frac{\Delta}{H} \tag{1}$$

dimana :

Δ : Nilai defleksi lateral yang terbesar pada satu segmen

H : Total ketinggian suatu struktur

Sementara *Interstory Drift* adalah suatu perpindahan lateral relatif antara dua tingkat bangunan yang berdekatan atau dapat dikatakan simpangan mendatar tiap-tiap tingkat bangunan. *Interstory Drift Ratio* (IDR) didefinisikan sebagai perpindahan translasi antara dua lantai yang berurutan dibagi dengan ketinggian tingkat bangunan.

Untuk mendapatkan nilai *Interstory Drift Ratio* (IDR), dapat menggunakan persamaan berikut :

$$InterstoryDrift = \frac{\delta}{h} \tag{2}$$

dimana :

δ : Nilai selisih defleksi lateral antara lantai puncak dan lantai dibawahnya

h : Selisih ketinggian antara lantai puncak dan lantai dibawahnya

Konsep Kinerja Struktur Tahan Gempa

Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja (*performance-based seismic design*) merupakan proses yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru maupun perkuatan (*upgrade*) bangunan yang sudah ada, dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang (BSSC, 2000). Proses perencanaan tahan gempa berbasis kinerja dimulai dengan membuat model rencana bangunan kemudian melakukan simulasi kinerjanya terhadap berbagai kejadian gempa. Setiap simulasi memberikan informasi tingkat kerusakan (*level of damage*), ketahanan struktur, sehingga dapat memperkirakan berapa besar keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang akan terjadi. Hal penting dari perencanaan berbasis kinerja adalah sasaran kinerja bangunan terhadap gempa dinyatakan secara jelas. Sasaran kinerja terdiri dari kejadian gemparencana yang ditentukan (*earthquake hazard*), dan tarafkerusakan yang diijinkan atau level kinerja (*performance level*) dari bangunan terhadap kejadian gempatersebut. ATC-40 memberi batasan rasio drift atap untuk berbagai macam tingkat kinerja struktur adalah sebagai berikut :

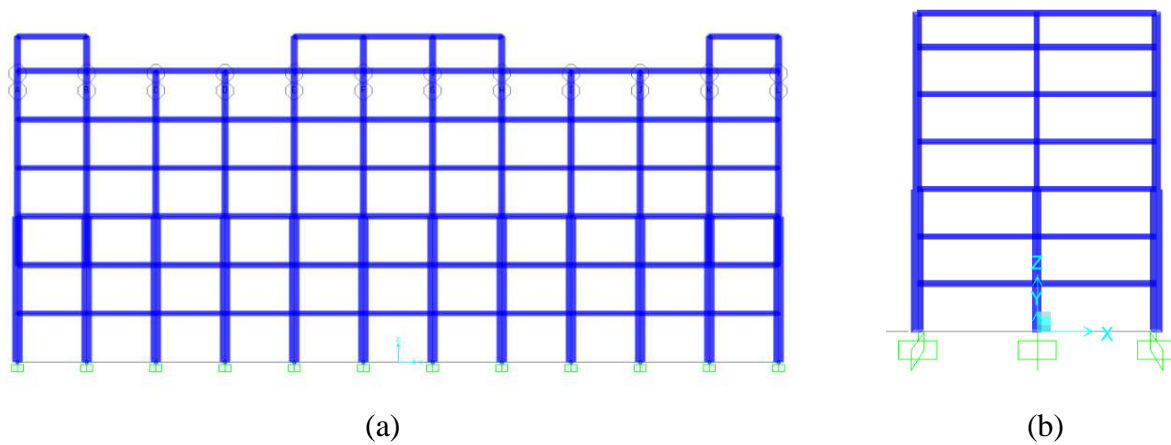
Tabel 1. Batasan Rasio Drift Terhadap Tinggi Total Bangunan Menurut ATC 40 (BSSC, 2000)

Parameter	Performance Level			
	IO	Damage Control	LS	Structural Stability
Maksimum Total Drift	0,01	0,01 s.d 0,02	0,02	$0,33 \frac{V_t}{P_t}$
Maksimum Inelastik Drift	0,005	0,005 s.d 0,015	no limit	no limit

METODE PENELITIAN

Model Struktur

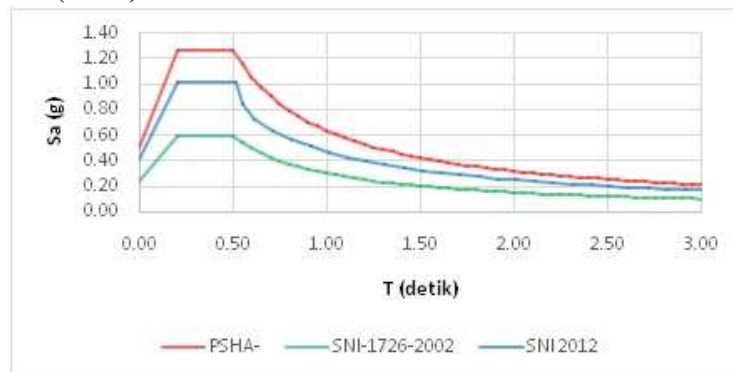
Struktur gedung yang akan dianalisa ialah Gedung Keuangan Negara. Gedung Keuangan Negara Kupang merupakan gedung berlantai 6 dan secara struktural berlantai 7 ditambah dengan lantai atap. Berikut merupakan pemodelan struktur gedung dengan menggunakan aplikasi SAP 2000.



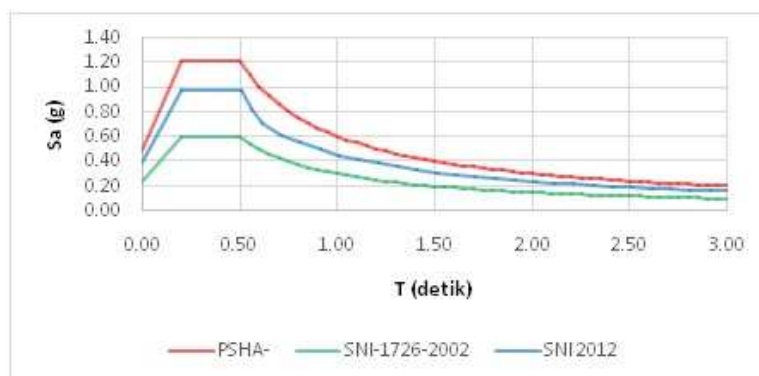
Gambar 1. Model 2D Struktur Portal Arah X (a) dan Arah Y (b) Gedung Keuangan Negara

Jenis Data

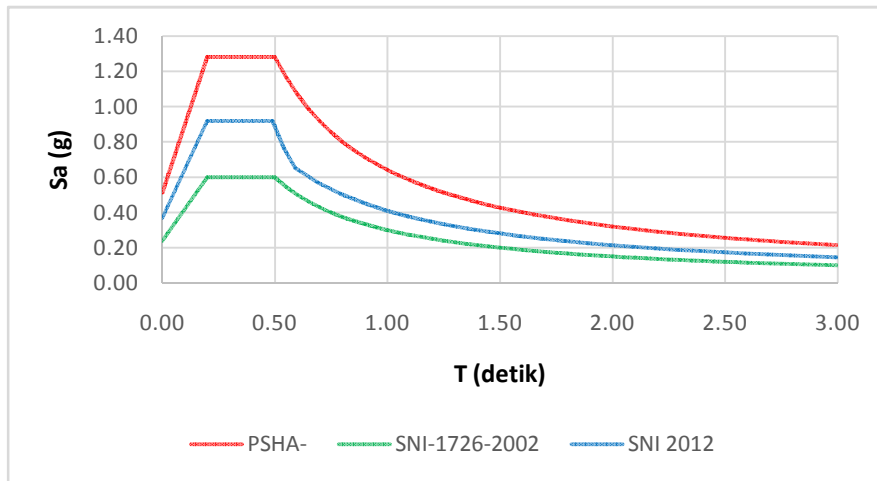
Berikut ini merupakan perbandingan respon spektra hasil penelitian dengan respon spektra SNI 2002 dan SNI 2012 menggunakan kriteria tanah keras dari 9 titik koordinat di Pulau Alor seperti yang dikutip dari Putra (2017).



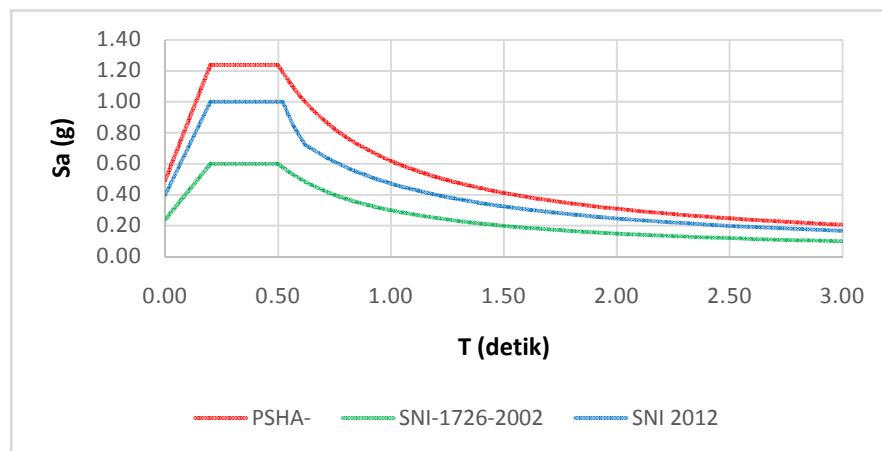
Gambar 2. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik A terhadap SNI (Putra, 2017)



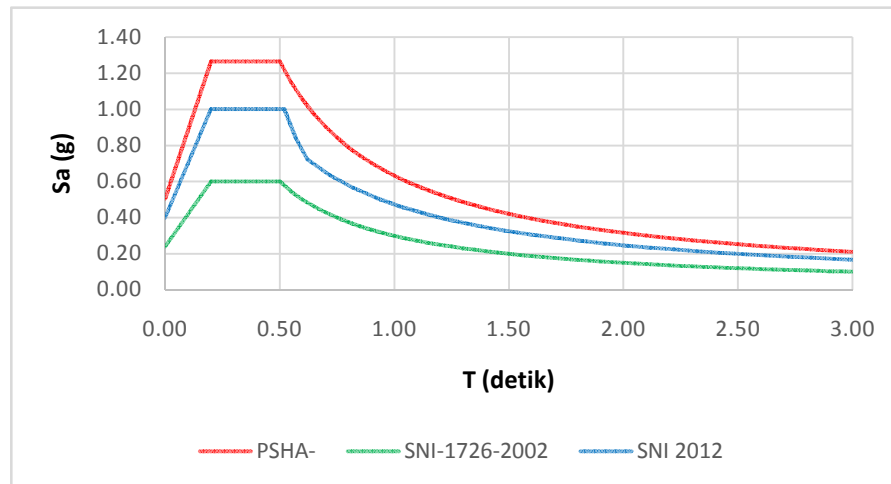
Gambar 3. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik B terhadap SNI (Putra, 2017)



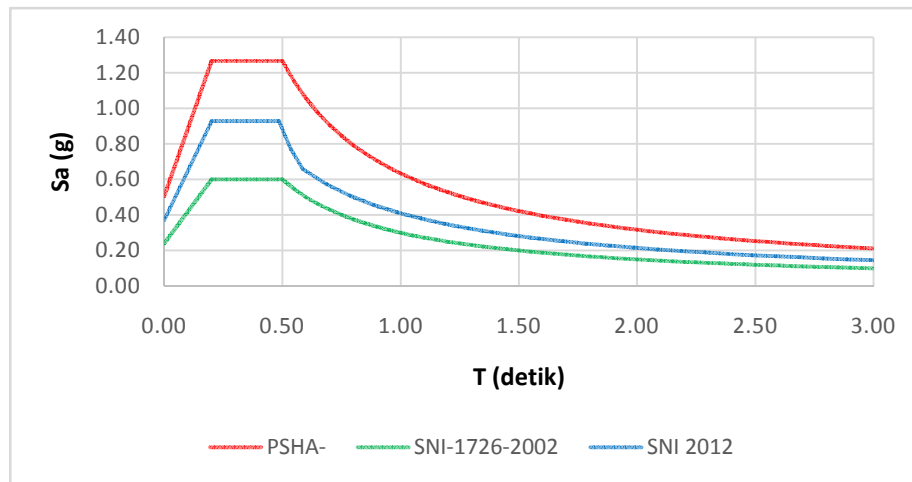
Gambar 4. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik C terhadap SNI (Putra, 2017)



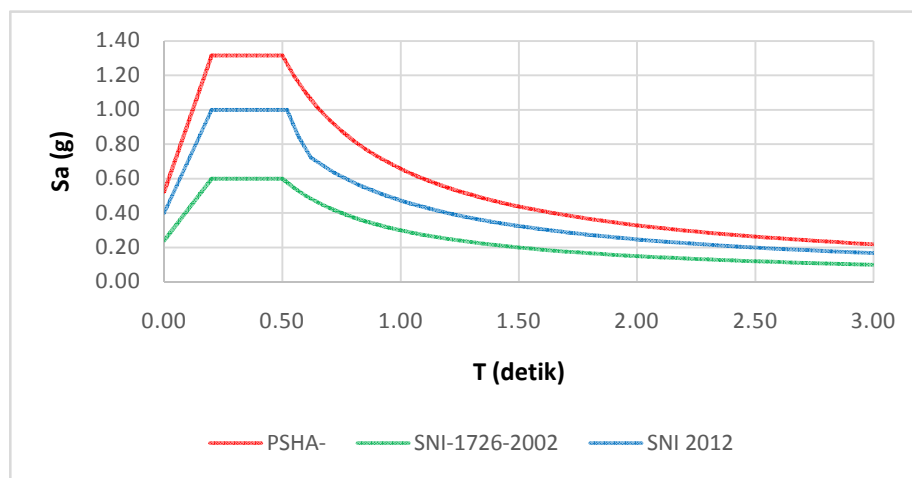
Gambar 5. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik D terhadap SNI(Putra, 2017)



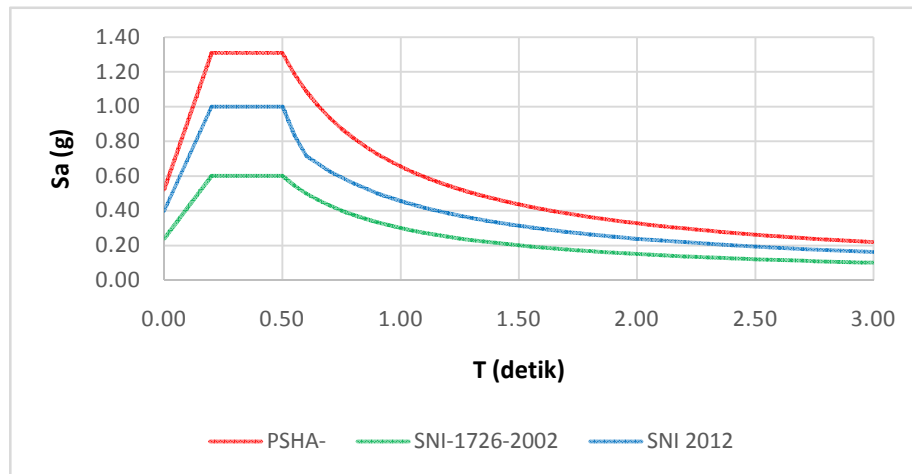
Gambar 6. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik E terhadap SNI (Putra, 2017)



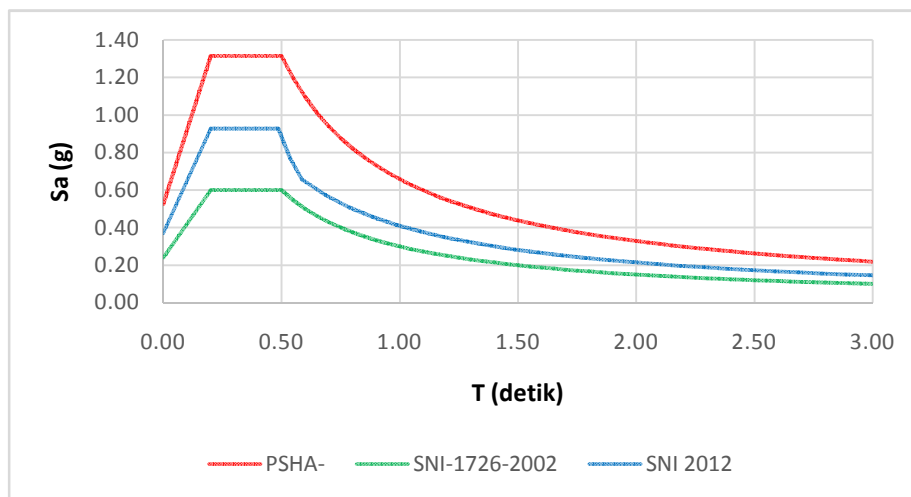
Gambar 7. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik F terhadap SNI (Putra, 2017)



Gambar 8. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik G terhadap SNI (Putra, 2017)



Gambar 9. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik H terhadap SNI (Putra, 2017)



Gambar 10. Perbandingan Grafik Respon Spektrum Titik I terhadap SNI (Putra, 2017)

Teknik Analisis Data

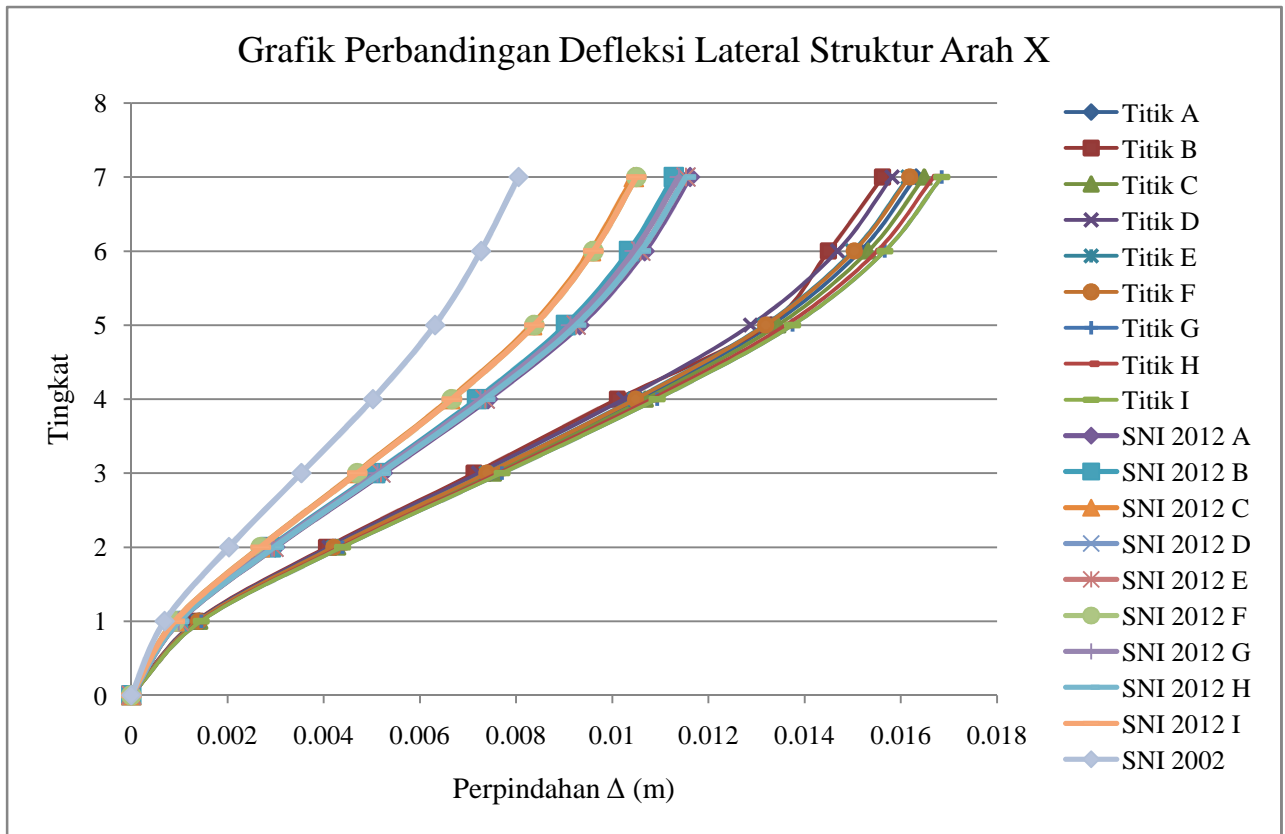
Teknik analisis data dalam penelitian ini ialah analisis deskriptif dan komparatif dengan tahapan-tahapannya sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data yang diambil dari penelitian sebelumnya oleh Putra (2017) berupa respon spektra gempa
2. Menentukan salah satu portal beton dari Gedung Keuangan Negara Kota Kupang yang akan dianalisa baik dari arah X dan arah Y
3. Memasukan data – data struktur yang telah ditentukan ke portal beton yang akan dianalisa kedalam aplikasi SAP2000
4. Memasukan pembebanan yang terjadi dalam portal beton yang akan dianalisa
5. Menganalisis struktur dengan menggunakan aplikasi SAP2000
6. Hasil analisis yang telah didapat kemudian akan dibuat grafik hubungan elevasi terhadap defleksi lateral (Δ). Hasil analisis juga akan digunakan untuk menentukan *total drift* dan *interstory drift* pada struktur tersebut.
7. Membandingkan hasil berupa respon struktur yang telah didapat dengan SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012.

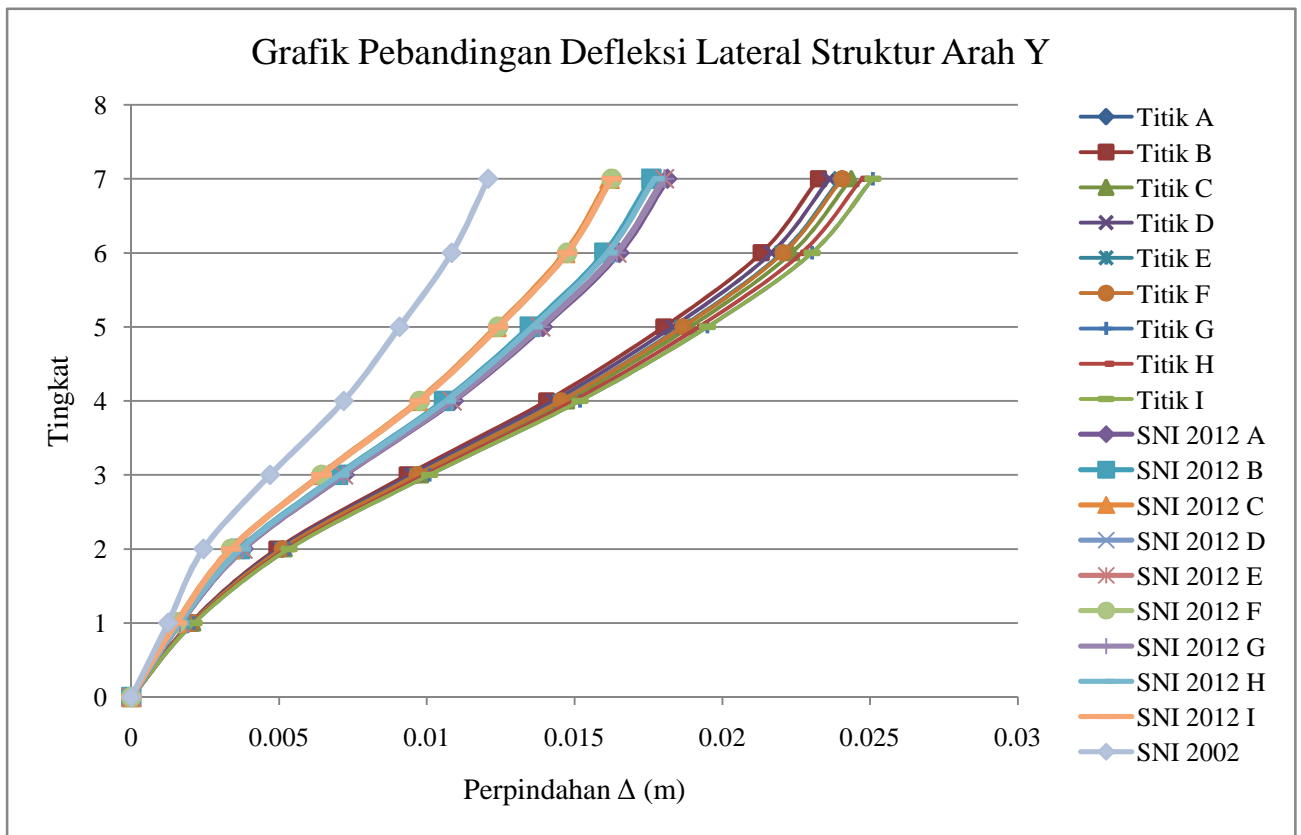
HASIL DAN PEMBAHASAN

Defleksi Lateral

Defleksi lateral diperoleh dari analisis struktur pada setiap *joint* yang dilakukan dengan aplikasi SAP 2000. Defleksi lateral yang ditinjau didapat dari beban respon spektra yang terletak pada 9 titik yang berbeda di Pulau Alor. Struktur dianalisis dari dua arah yakni arah X dan arah Y. Berikut merupakan grafik perbandingan defleksi lateral akibat 3 respon spektra yang berbeda pada 9 titik di Pulau Alor pada struktur arah X dan arah Y.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Struktur Arah X



Gambar 12. Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Struktur Arah Y

Tabel 2. Rekapitulasi Persentase Perbedaan Nilai Defleksi Lateral Struktur Arah X

No.	Titik Tinjau	PSHA Alor dan SNI 2012	PSHA Alor dan SNI 2002	SNI 2012 dan SNI 2002
1	A	28,80 %	50,70 %	30,75 %
2	B	27,82 %	48,49 %	28,64 %
3	C	36,66 %	51,19 %	22,94 %
4	D	27,12 %	49,14 %	30,21 %
5	E	28,63 %	50,19 %	30,21 %
6	F	35,13 %	50,28 %	23,36 %
7	G	32,43 %	52,25 %	29,33 %
8	H	30,90 %	51,77 %	30,21 %
9	I	37,70 %	52,25 %	23,36 %

Tabel 3. Rekapitulasi Persentase Perbedaan Nilai Defleksi Lateral Struktur Arah Y

No.	Titik Tinjau	PSHA Alor dan SNI 2012	PSHA Alor dan SNI 2002	SNI 2012 dan SNI 2002
1	A	24,53 %	49,79 %	33,47 %
2	B	24,33 %	48,11 %	31,43 %
3	C	33,58 %	50,46 %	25,42 %
4	D	23,67 %	48,92 %	33,08 %
5	E	24,84 %	49,70 %	33,08 %
6	F	32,42 %	49,83 %	25,76 %
7	G	28,14 %	51,91 %	33,08 %
8	H	28,40 %	51,20 %	31,84 %
9	I	35,23 %	51,91 %	25,76 %

Berdasarkan Gambar 11 dan Gambar 12 dapat direkapitulasi persentase perbedaan dari defleksi lateral dari 3 respon spektra yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Dari Tabel 2 dan Tabel 3 baik pada arah X dan arah Y dapat dilihat bahwa perbedaan nilai defleksi lateral yang paling besar terdapat pada perbandingan defleksi lateral PSHA Alor dan defleksi lateral SNI 2002. Hal ini disebabkan karena dalam SNI 2002, nilai defleksi lateral yang ada pada setiap wilayah masih didasarkan pada zona wilayah gempa saja sedangkan defleksi lateral yang didapat dari metode PSHA diperhitungkan secara detail, defleksi lateral dicari dengan mengklasifikasi gempa yang terjadi dan mengambil gempa yang berpotensi merusak dan dikarakterisasi berdasarkan *slip rate*, dan frekuensi kejadian. Sehingga sangat disarankan untuk menggunakan defleksi lateral yang didapatkan dengan metode PSHA untuk menghitung kemampuan struktur agar tahan gempa.

Total Drift

Dengan menggunakan persamaan 1, maka nilai *total drift* pun dapat dicari dan berikut merupakan rekapitulasi nilai *total drift* dari 9 titik di Pukau Alor.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Total Drift Pada Struktur Arah X

No.	Titik Tinjau	PSHA Alor	SNI 2012	SNI 2002
1	A	0,0006	0,0004	0,0003
2	B	0,0006	0,0004	0,0003

No.	Titik Tinjau	PSHA Alor	SNI 2012	SNI 2002
3	C	0,0006	0,0004	0,0003
4	D	0,0006	0,0004	0,0003
5	E	0,0006	0,0004	0,0003
6	F	0,0006	0,0004	0,0003
7	G	0,0006	0,0004	0,0003
8	H	0,0006	0,0004	0,0003
9	I	0,0006	0,0004	0,0003

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Total Drift Pada Struktur Arah Y

No.	Titik Tinjau	PSHA Alor	SNI 2012	SNI 2002
1	A	0,0009	0,0006	0,0004
2	B	0,0008	0,0006	0,0004
3	C	0,0009	0,0006	0,0004
4	D	0,0008	0,0006	0,0004
5	E	0,0009	0,0006	0,0004
6	F	0,0009	0,0006	0,0004
7	G	0,0009	0,0006	0,0004
8	H	0,0009	0,0006	0,0004
9	I	0,0009	0,0006	0,0004

Berdasarkan rekapitulasi nilai *total drift* yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5, dapat dilihat bahwa nilai *total drift* yang didapat tidak melewati nilai 0,01. Sehingga struktur tergolong dalam kategori *Immediate Occupancy* (IO) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Maka komponen struktur sangat kuat menahan gaya gempa yang akan terjadi.

Interstory Drift

Dengan menggunakan persamaan 2, maka nilai *interstory drift* pun dapat dicari dan berikut merupakan rekapitulasi nilai *interstory drift* dari 9 titik di Pukau Alor.

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai Interstory Drift Pada Struktur Arah X

No.	Titik Tinjau	PSHA Alor	SNI 2012	SNI 2002
1	A	0,0004	0,0003	0,0002
2	B	0,0004	0,0003	0,0002
3	C	0,0004	0,0003	0,0002
4	D	0,0004	0,0003	0,0002
5	E	0,0004	0,0003	0,0002
6	F	0,0004	0,0003	0,0002
7	G	0,0004	0,0003	0,0002
8	H	0,0004	0,0003	0,0002
9	I	0,0004	0,0003	0,0002

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Interstory Drift Pada Struktur Arah Y

No.	Titik Tinjau	PSHA Alor	SNI 2012	SNI 2002
1	A	0,0007	0,0005	0,0004
2	B	0,0007	0,0005	0,0004
3	C	0,0007	0,0005	0,0004
4	D	0,0007	0,0005	0,0004
5	E	0,0007	0,0005	0,0004
6	F	0,0007	0,0005	0,0004
7	G	0,0007	0,0005	0,0004
8	H	0,0007	0,0005	0,0004
9	I	0,0007	0,0005	0,0004

Berdasarkan rekapitulasi nilai *interstory drift* yang ditunjukkan pada Tabel 6 dan 7, dapat dilihat bahwa nilai *interstory drift* yang didapat tidak melewati nilai 0,005. Sehingga struktur masih tergolong dalam kategori *Immediate Occupancy* (IO) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Maka komponen struktur sangat kuat menahan gaya gempa yang akan terjadi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan untuk mendapatkan nilai defleksi lateral baik menggunakan respon spektra Putra (2017), respon spektra SNI 2012 dan SNI 2002 maka berikut hasilnya :
 - a. Pada portal arah X, nilai defleksi lateral dengan PSHA Alor berkisar pada nilai 0,0156 – 0,0168 m, untuk SNI 2012 nilai defleksi lateral berkisar pada 0,0104 – 0,0116 m, dan untuk SNI 2002 nilai defleksi lateral ialah 0,0080 m.
 - b. Pada portal arah Y, nilai defleksi lateral dengan PSHA Alor berkisar pada nilai 0,0233 – 0,0251 m, untuk SNI 2012 nilai defleksi lateral berkisar pada 0,0162 – 0,0181 m, dan untuk SNI 2002 nilai defleksi lateral ialah 0,0121 m.
 - c. Berdasarkan hasil perhitungan, pada portal arah X nilai *interstory drift* untuk semua titik tinjau didapat berkisar 0,0002 – 0,0004 dan nilai *total drift* untuk semua titik tinjau didapat berkisar 0,0003 – 0,0006. Sementara pada portal arah Y nilai *interstory drift* untuk semua titik tinjau didapat berkisar 0,0004 – 0,0007 dan nilai *total drift* untuk semua titik tinjau didapat berkisar 0,0004 – 0,0009.
2. Berdasarkan nilai defleksi lateral yang didapatkan, perbandingan hasil menunjukkan :
 - a. Pada portal arah X, besar perbandingan defleksi lateral PSHA Alor dan SNI 2012 untuk semua titik berkisar 28,63% - 37,70%, besar perbandingan defleksi lateral PSHA Alor dan SNI 2002 untuk semua titik berkisar 48,49% - 52,25%, sementara besar perbandingan defleksi lateral SNI 2012 dan SNI 2002 untuk semua titik berkisar 22,94% - 30,75%.
 - b. Pada portal arah Y, besar perbandingan defleksi lateral PSHA Alor dan SNI 2012 untuk semua titik berkisar 23,67% - 35,23%, besar perbandingan defleksi lateral PSHA Alor dan SNI 2002 untuk semua titik berkisar 48,11% - 51,91%, sementara besar perbandingan defleksi lateral SNI 2012 dan SNI 2002 untuk semua titik berkisar 25,42% - 33,47%.
3. Struktur yang dihitung baik pada portal arah X maupun portal arah Y berdasarkan nilai *total drift* dan *interstory drift*, struktur masuk dalam kategori *Immediate Occupancy* (IO) sehingga komponen struktur sangat kuat dalam menahan gaya gempa yang akan terjadi.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa yang ingin melakukan atau melanjutkan penelitian mengenai studi perbandingan respon struktur dari respon spektra, maka diharapkan mahasiswa dapat membuat variasi portal struktur.
2. Diharapkan bagi penelitian selanjutnya untuk memperbaharui pembebanan gempa sesuai dengan SNI yang terbaru jika sudah ada RSNI terbaru.
3. Peneliti selanjutnya dapat menggunakan struktur yang memiliki lebih banyak joint untuk melihat variasi nilai defleksi lateral yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726-2002)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum. (Tersedia : https://mitigasibencana.lipi.go.id/wp-content/uploads/2016/01/20275_SNI-03-1726-2002-bangunan-gempa.pdf).
- BSN. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.(Tersedia: https://kupdf.net/download/sni-1726-2012_589d59f46454a7bc3cb1e8e2.pdf).
- BSSC. (2000). *The 2000 NERHP Recommended Provisions for New Building and Othe Structures, Part I (Provisions) and Part II (Commentary)*. Washington, US: FEMA 363/369.
- Jaya, P. (2016). *Drift Analysis in Multistoried Building*. Civil Engineering Department RMD Sinhgad School of Engineering, SCOE Vadgaon.
- Putra, L. (2017). Studi Bahaya Kegempaan di Wilayah Pulau Alor. *Jurnal Teknik Sipil*, 65-68.