

PERBANDINGAN RESPON STRUKTUR GEDUNG BERATURAN DUA DIMENSI MENGGUNAKAN RESPON SPEKTRA PSHA, SNI 2002 DAN SNI 2012

Partogi H. Simatupang (partogihsimatupang@gmail.com)

Richard B. Siagian (siagianrichardbilly@gmail.com)

Sudiyo Utomo (diyotomo@gmail.com)

ABSTRAK

Kota Kupang merupakan ibukota dari Provinsi Nusa Tenggara Timur yang termasuk dalam daerah rawan gempa. Pada penelitian sebelumnya dari Aprianto Nomleni (2016) telah mendapatkan nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) menggunakan metode *Probability Seismic Hazard Analysis* (PSHA). Dari nilai PGA tersebut dibuat grafik respon spectra percepatan terhadap periode. Dengan menggunakan respon spectra tersebut akan dilakukan analisis respon struktur untuk mendapatkan nilai defleksi lateral dari suatu struktur gedung beraturan dua dimensi di Kota Kupang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan respon struktur gedung beraturan 2 dimensi dengan menggunakan hasil penelitian Aprianto Nomleni (2016), respon spectra SNI 2002, dan respon spectra SNI 2012 sebagai beban gempa dengan menggunakan aplikasi SAP2000. Nantinya, akan membandingkan hasil antara ketiganya. Hasil analisis menghasilkan nilai perbedaan defleksi lateral akibat ketiga respon spectra itu berkisar 19,77 % sampai dengan 40,04 %. Nilai maksimum total *drift* sebesar 0,0003 – 0,0005 yang termasuk pada kategori *Immediate Occupancy*. Nilai maksimum *interstory drift* sebesar 0,0001 – 0,0002 yang termasuk pada kategori *Immediate Occupancy*.

Kata Kunci : struktur; defleksi; drift; bahaya kegempaan.

ABSTRACT

Kupang City is the capital of the East Nusa Tenggara Province which is included in earthquake-prone areas. In a previous study from Aprianto Nomleni (2016), the Peak Ground Acceleration (PGA) value was using the Probability Seismic Hazard Analysis (PSHA) method. From the PGA value the response graph is made spectra of acceleration to the period. By using the response spectra a structural response analysis will be carried out to obtain lateral deflection values from a two-dimensional irregular building structure in Kupang City. The purpose of this study was to obtain the response of 2-dimensional regular building structures by using the results of Aprianto Nomleni's research (2016), the response of the SNI 2002 spectra, and the response of the SNI 2012 spectra as earthquake loads using the SAP2000 application. This will later be compared between the three. The results of the analysis produced a difference in lateral deflection between the three response spectra ranging from 19.77% to 40.04%. The maximum value of total drift is 0,0003 - 0,0005 which is included in the category of Immediate Occupancy. The maximum value of inelastic drift is 0,0001 - 0,0002 which is included in the category of Immediate Occupancy.

Keywords: structures; deflection; drift; seismic hazard.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Kupang merupakan salah satu lokasi yang terletak di pelat Timor dan termasuk dalam daerah rawan gempa. Gelombang yang dihasilkan tidak akan sama di dua wilayah yang berbeda. Variasi gelombang getaran di Kota Kupang mengharuskan struktur bangunan didesain tahan terhadap gaya gempa. Gelombang getaran gempa di Kota Kupang direpresentasikan pada respon

spectra gempa yang diperoleh dengan metode *Probability Seismic Hazard Analysis* (PSHA) oleh Nomleni (2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Nomleni (2016) dengan metode PSHA, telah didapat grafik respon spectra. Penulis merasa tidak cukup jika penelitian tersebut hanya sampai pada tahap tersebut. Hasil penelitian tersebut harus diimplementasikan pada salah satu contoh bangunan yang ada pada tempat penelitian guna mengetahui respon strukturnya. Salah satu gedung yang bisa dipakai adalah Gedung Keuangan Negara Kota Kupang dengan struktur gedung beraturan yang memiliki 12 portal memanjang dan 7 lantai. Dari hasil penelitian sebelumnya dan menggunakan gedung tersebut, penulis akan melanjutkan dengan melakukan analisis respon struktur dengan menggunakan software. Analisis respon struktur yang dimaksud untuk mengetahui nilai defleksi lateral yang kemudian mendapatkan total *drift* dan *interstory drift*. Sementara itu akan digunakan juga respon spectra SNI 2002 dan SNI-1726-2012.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang menjawab rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui persentase perbedaan respon struktur (defleksi lateral) gedung beraturan dua dimensi sebagai akibat dari respon spectra PSHA, respon spectra SNI 2002, dan respon spektra SNI-1726-2012 di Kota Kupang
- Untuk mengetahui perbandingan respon struktur (total *drift* dan *interstory drift*) gedung beraturan dua dimensi sebagai akibat respon spectra oleh PSHA, respon spectra SNI 2002, dan respon spectra SNI-1726-2012

TINJAUAN PUSTAKA

Respon Struktur

Respon struktur merupakan suatu respon yang bekerja akibat adanya beban pada struktur tersebut. Beban tersebut dapat berupa beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Pembebanan oleh Lindeburg and McMullin (2008) yang dikutip dari Restu Faizah (2015) menjelaskan bahwa bagian dari massa total bangunan akan memberikan kontribusinya dan dapat digunakan untuk menentukan defleksi lateral, *total drift*, dan *interstory drift*. Nilai dari defleksi lateral, *total drift*, dan *interstory drift* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti besaran dan arah suatu beban.

Defleksi Lateral

Defleksi lateral merupakan salah satu bentuk respon struktur. Defleksi lateral merupakan akibat beban yang bekerja berorientasi lateral seperti beban angin dan beban gempa bumi. menjaga goyangan struktur bangunan akibat beban lateral dalam batas yang diizinkan adalah salah satu perhatian utama seorang desainer. Ketika ketinggian bangunan meningkat, masalah kemampuan struktur untuk menahan beban lateral menjadi sangat penting bagi perencana struktural. Adapun hal-hal yang dapat mempengaruhi besar kecilnya defleksi menurut Basori, dkk (2015) adalah kekakuan batang, magnitudo gaya, jenis tumpuan, jenis beban. Dari defleksi lateral didapat *total drift* dan *interstory drift*. Persamaan menentukan nilai maksimal *total drift* yaitu

$$\text{Total Drift} = \frac{\Delta P}{h_{\text{total}}} \quad (1)$$

Dimana:

ΔP : Nilai defleksi lateral terbesar pada 1 segmen

h_{total} : Total ketinggian dari suatu struktur

Persamaan menentukan nilai *interstory drift* yaitu

$$\text{Maksimal interstory drift} = \frac{\Delta P_{\text{max}} - \Delta P_{\text{max}-1}}{h_{\text{total}} - h_{\text{total}-1}} \quad (2)$$

Dimana:

ΔP_{max} : Nilai defleksi lateral terbesar pada 1 segmen

ΔP_{max-1} : Nilai defleksi lateral terbesar pada 1 segmen

h_{total} : Total ketinggian dari suatu struktur

$h_{total-1}$: Total ketinggian lantai dibawahnya

Berdasarkan persamaan 1 dan persamaan 2 akan diketahui *performance level* struktur gedung tersebut dengan melihat Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Performance Level Total *Drift* dan *Interstory Drift*

Parameter	Performance Level			
	IO	Damage Control	LS	Structure Stability
Maksimum Total Drift	0,01	0,01 s.d 0,02	0,02	0,33 Vt/pt
Maksimum Inelastik Drift	0,005	0,005 s.d 0,015	no limit	no limit

Respon Spektra Gempa

Respon spektrum adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik / plot antara periode getar struktur T, versus respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum, kecepatan maksimum, atau percepatan maksimum dari massa struktur *single degree of freedom (SDOF)*. Pada respon spektra terdapat nilai A_0 dan A_m . A_0 adalah nilai percepatan gempa pada periode 0 detik dan A_m adalah percepatan puncak gempa pada periode tertentu.

METODE PENELITIAN

Jenis Data

Data dalam penelitian ini ada 3 yakni data respon spektra, struktur gedung dan literatur-literatur lainnya. Data – data tersebut adalah sebagai berikut :

- Data yang diperoleh dari penelitian Nomleni (2016), SNI 2002, dan SNI 1726-2012 berupa respon spektra gempa.
- Data struktur dari penelitian Magang (2016).
- Data berupa teori dari literatur-literatur lainnya

Teknik Analisis Data

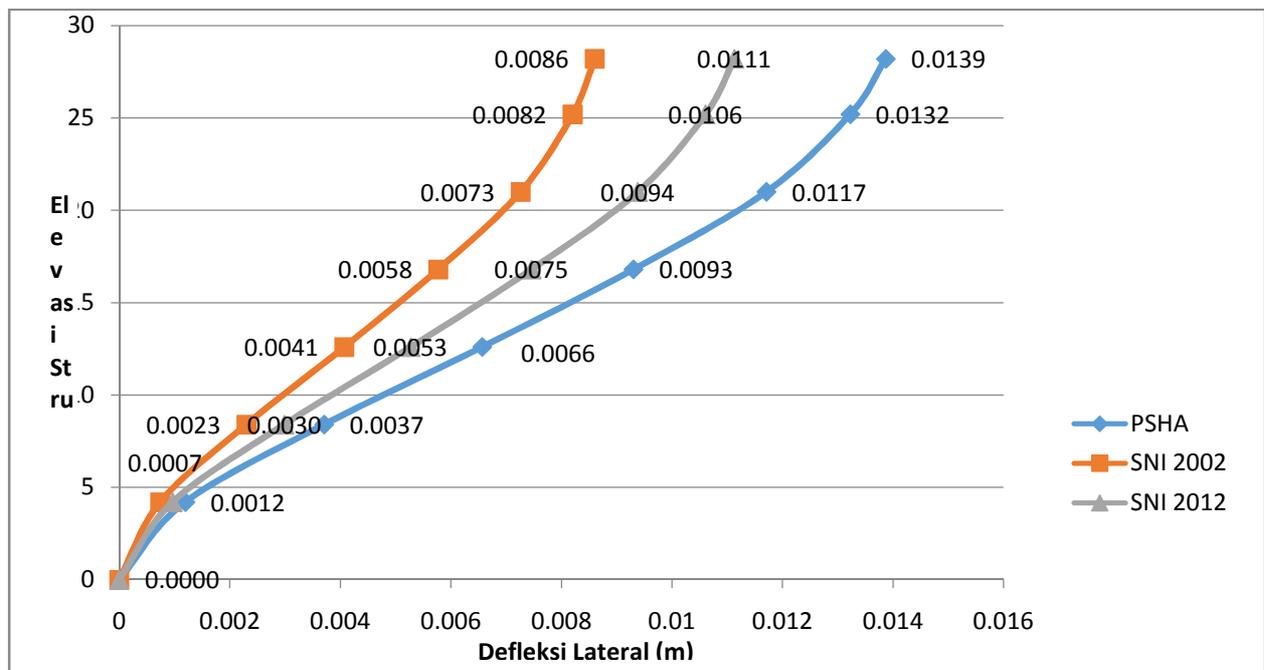
Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Data-data yang berasal dari penelitian sebelumnya oleh Nomleni (2016) di Kota Kupang, SNI 2002, dan SNI 2012 berupa respon spektra gempa di setiap titik
- Menentukan salah satu portal yang diambil dari Gedung Keuangan Kota Kupang untuk dianalisis struktur.
- Memasukkan data-data struktur portal yang diambil untuk dimasukkan pada SAP2000
- Menentukan pembebanan yang akan bekerja pada struktur Gedung Keuangan Kota Kupang.
- Menganalisis struktur dengan menggunakan SAP2000.
- Hasil analisis akan dibuat dalam bentuk grafik hubungan elevasi terhdap defleksi lateral (Δ). Hasil analisis juga akan digunakan untuk menentukan total *drift* dan *interstory drift* pada struktur tersebut.
- Hasil yang didapat berupa respon struktur diatas akan membandingkan akibat dari respon spektra dengan PSHA, SNI-1726-2012, dan SNI 2002.

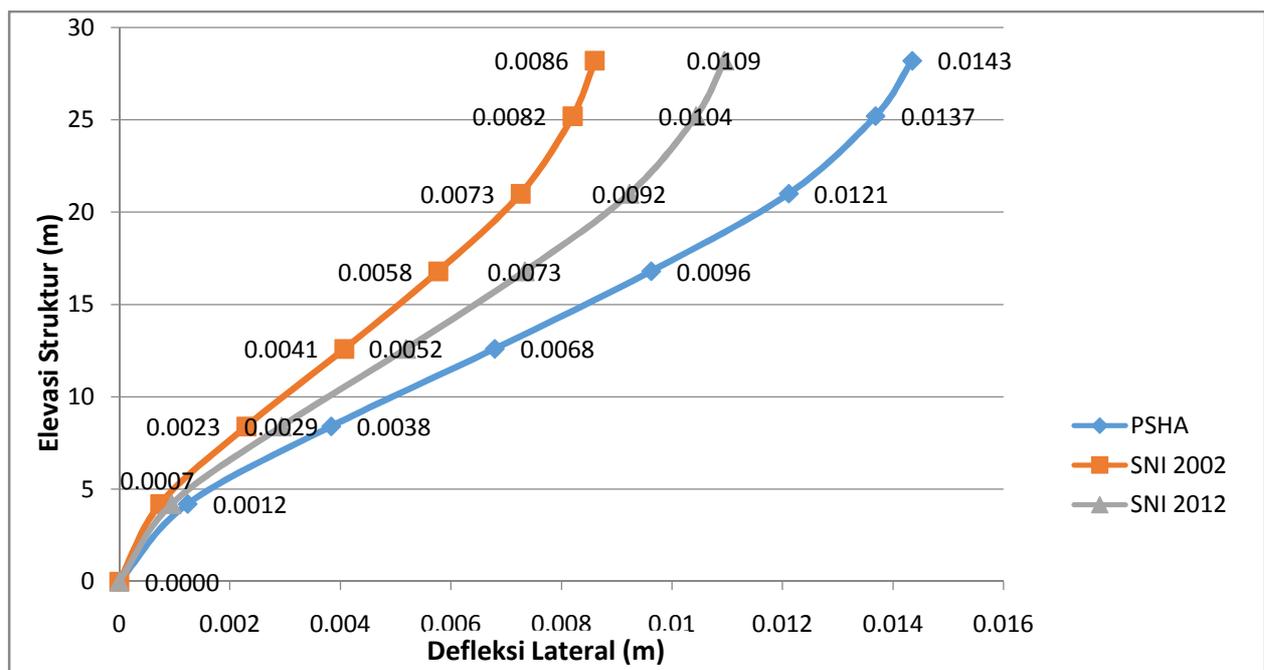
HASIL DAN PEMBAHASAN

Defleksi Lateral

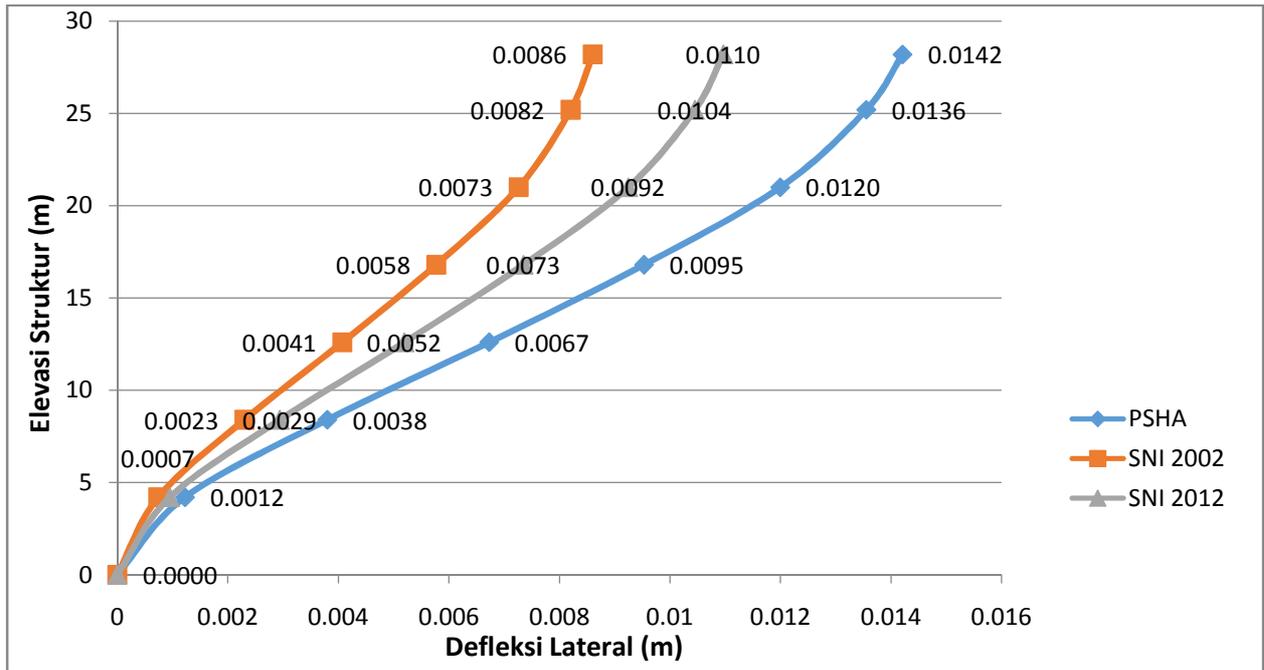
Defleksi lateral diperoleh dari analisis berupa perpindahan pada setiap *joint*. Defleksi lateral yang ditinjau terletak pada 8 lokasi yang berbeda yaitu pada Kecamatan Kelapa Lima, Kecamatan Kota Lama, Kecamatan Oebobo, Kecamatan Kota Raja, Kecamatan Maulafa I, Kecamatan Maulafa II, Kecamatan Alak I, dan Kecamatan Alak II. Berikut akan ditampilkan grafik perbandingan defleksi lateral akibat 3 respon spectra yang berbeda di 8 lokasi.



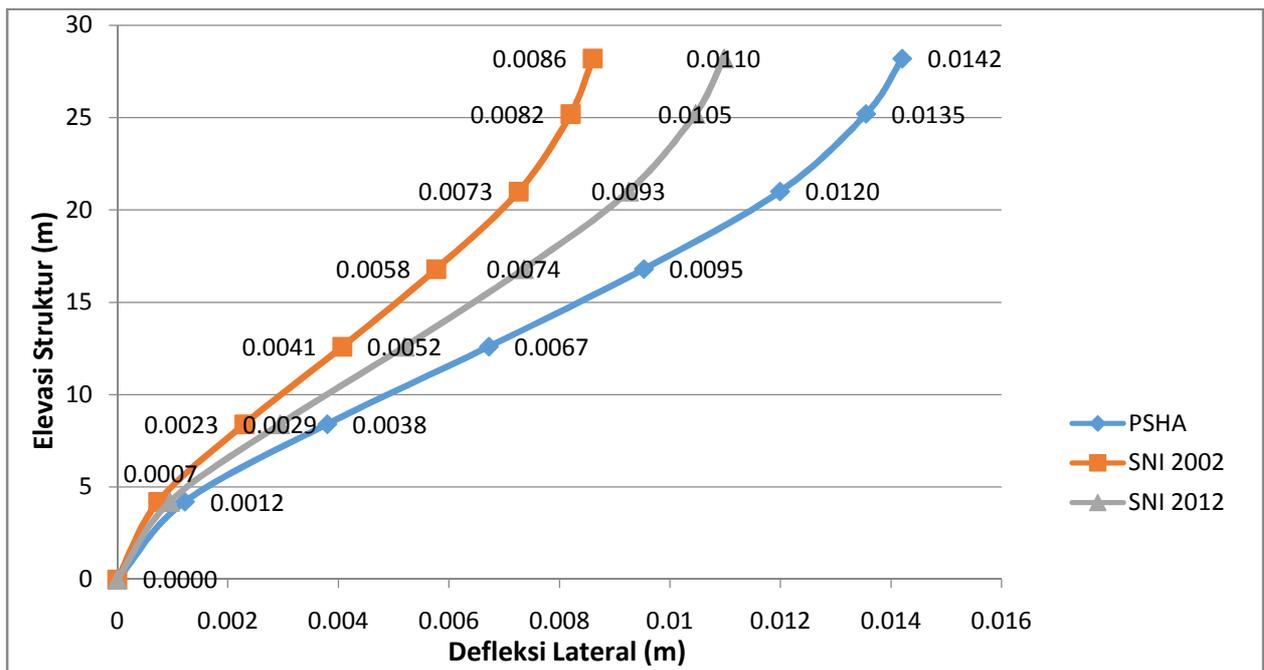
Gambar 3 Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Model Struktur Pada Kecamatan Kelapa Lima



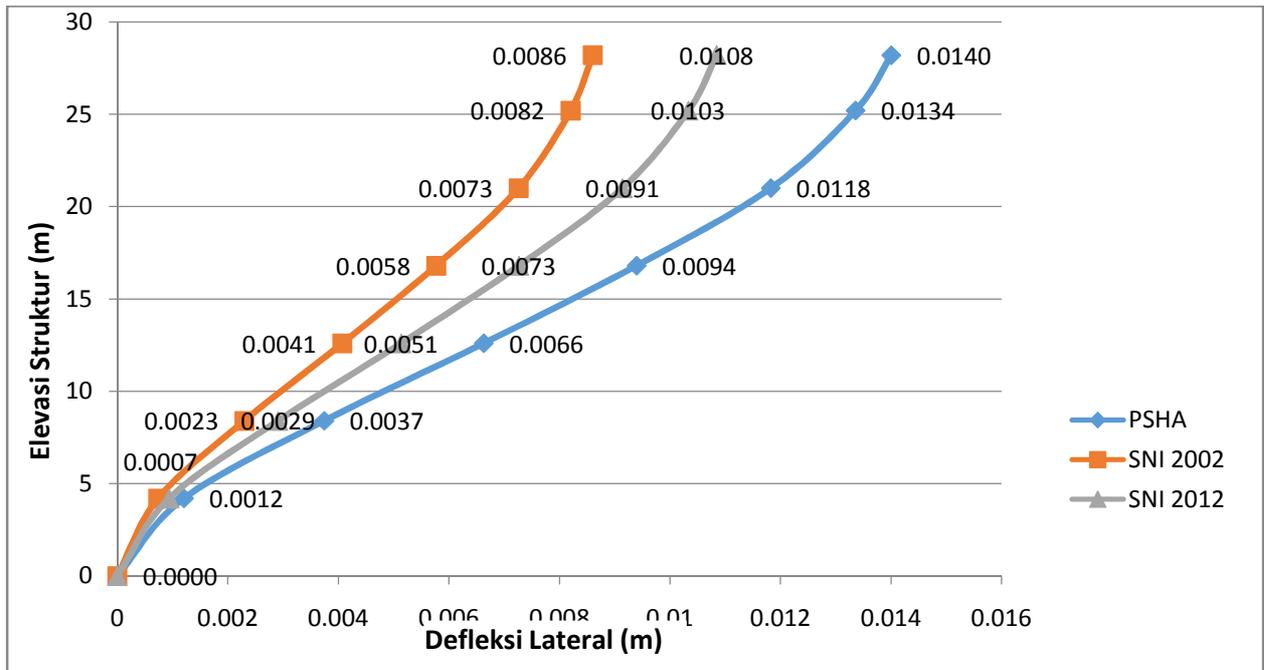
Gambar 4 Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Model Struktur Pada Kecamatan Kota Lama



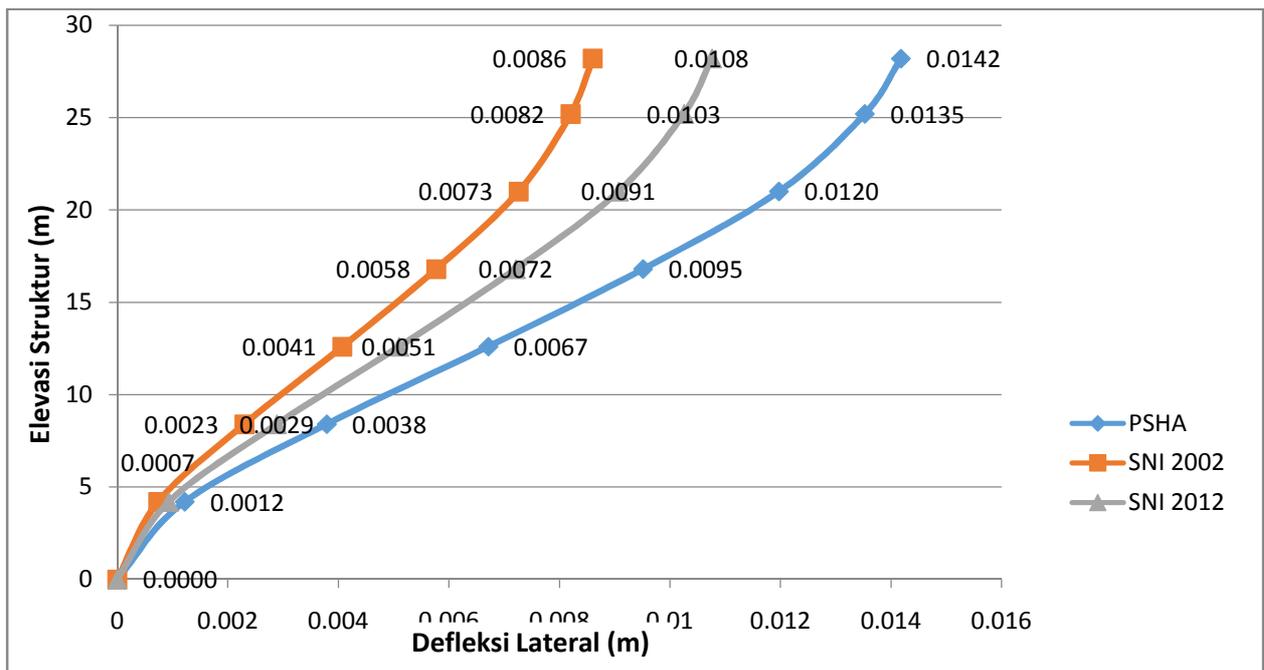
Gambar 5 Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Model Struktur Pada Kecamatan Oebobo



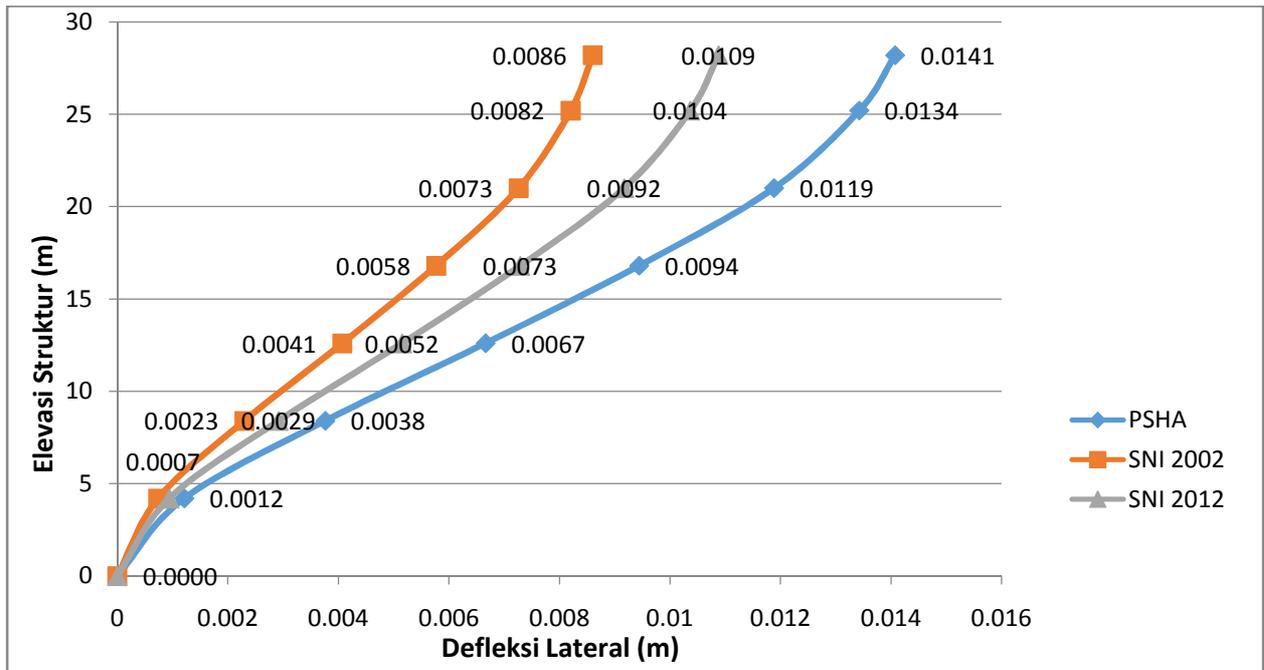
Gambar 6 Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Model Struktur Pada Kecamatan Kota Raja



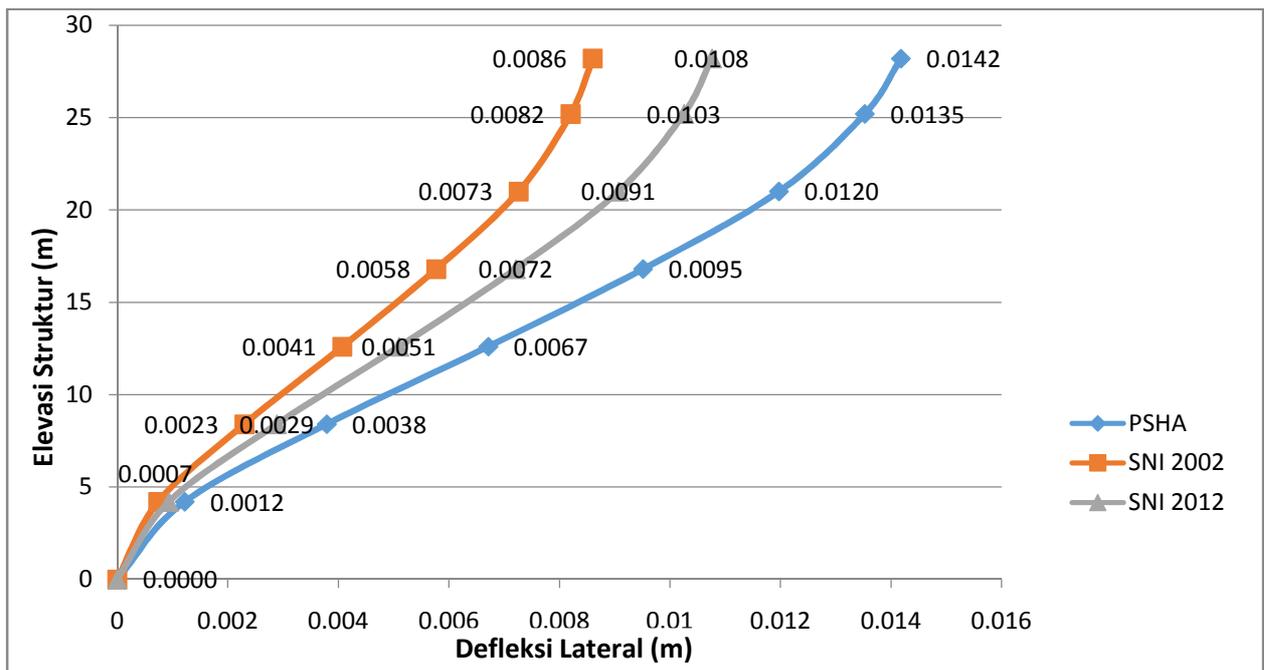
Gambar 7 Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Model Struktur Pada Kecamatan Maulafa Titik Tinjau I



Gambar 8 Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Model Struktur Pada Kecamatan Maulafa Titik Tinjau II



Gambar 9 Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Model Struktur Pada Kecamatan Alak Titik Tinjau I



Gambar 10 Grafik Perbandingan Defleksi Lateral Model Struktur Pada Kecamatan Alak Titik Tinjau II

Tabel 2 Rekapitulasi Persentase Perbedaan Defleksi Lateral

No.	Titik	PSHA dan SNI 2012	PSHA dan SNI 2002	SNI 2012 dan SNI 2002
1	Kelapa Lima	19,77 %	37,97 %	22,69 %
2	Kota Lama	23,70 %	40,04 %	21,41 %
3	Oebobo	22,84 %	39,46 %	21,53 %
4	Kota Raja	22,74 %	39,44 %	21,61 %
5	Maulafa I	22,59 %	38,58 %	20,66 %
6	Maulafa II	20,55 %	36,57 %	20,17 %
7	Alak I	22,72 %	38,89 %	20,92 %
8	Alak II	24,13 %	39,34 %	20,04 %

Dari grafik pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 10 dapat dilihat perbandingan nilai defleksi lateral yang terjadi pada struktur akibat respon spektra PSHA, respon spektra SNI 2002, dan respon spektra SNI 2012. Nilai defleksi lateral terbesar merupakan akibat respon spectra PSHA. Nilai defleksi lateral terbesar kedua merupakan akibat respon spectra SNI 2012. Nilai defleksi lateral terkecil merupakan akibat respon spectra SNI 2002. Adapun perbedaan defleksi lateral ketiganya jika melihat pada Tabel 2 memiliki variasi persentase. Dimulai dengan persentase yang terkecil yaitu 19,77% sampai yang terbesar 40,04%. Variasi persentase ini diakibatkan nilai dari A_0 dan A_m respon spectra yang bekerja padanya. Semakin besar nilai A_0 dan A_m maka semakin besar defleksi lateral yang terjadi, sebaliknya apabila nilai A_0 dan A_m semakin maka semakin kecil pula nilai defleksi lateral yang terjadi.

Total Drift dan Interstory Drift

1. Total Drift

Berikut ini ditampilkan rekapitulasi nilai total *drift* struktur gedung pada Tabel 3

Tabel 3. Besaran Nilai *Total Drift*

No.	Titik	PSHA	SNI 2002	SNI 2012
1	Kelapa Lima	0,0005	0,0003	0,0004
2	Kota Lama	0,0005	0,0003	0,0004
3	Oebobo	0,0005	0,0003	0,0004
4	Kota Raja	0,0005	0,0003	0,0004
5	Maulafa I	0,0005	0,0003	0,0004
6	Maulafa II	0,0005	0,0003	0,0004
7	Alak I	0,0005	0,0003	0,0004
8	Alak II	0,0005	0,0003	0,0004

Nilai total *drift* didapat dengan menggunakan persamaan 1. Nilai total *drift* struktur gedung memiliki nilai yang sama disetiap lokasi akibat masing-masing respon spectra. Jika dilihat pada Tabel 3 nilai total *drift* terbesar yaitu akibat respon spektra PSHA, diikuti akibat respon spektra SNI 2012, dan yang terkecil akibat respon spektra SNI 2002. Nilai total *drift* struktur gedung termasuk dalam kategori IO jika melihat Tabel 1.

2. Interstory Drift

Dibawah ini ditampilkan rekapitulasi nilai interstory *drift* struktur gedung pada Tabel 4

Tabel 4. Besaran Nilai *Interstory Drift*

No.	Titik	PSHA	SNI 2002	SNI 2012
1	Kelapa Lima	0,0002	0,0001	0,0002
2	Kota Lama	0,0002	0,0001	0,0002
3	Oebobo	0,0002	0,0001	0,0002
4	Kota Raja	0,0002	0,0001	0,0002
5	Maulafa I	0,0002	0,0001	0,0002
6	Maulafa II	0,0002	0,0001	0,0002
7	Alak I	0,0002	0,0001	0,0002
8	Alak II	0,0002	0,0001	0,0001

Nilai *interstory drift* didapat dengan menggunakan persamaan 2. Nilai *interstory drift* struktur gedung memiliki nilai yang sama disetiap lokasi akibat masing-masing respon spectra. Jika dilihat pada Tabel 4 nilai total *drift* terbesar yaitu akibat respon spektra PSHA dan respon spektra SNI 2012, sementara yang terkecil akibat respon spektra SNI 2002. Nilai *interstory drift* struktur gedung termasuk dalam kategori IO jika melihat Tabel 1.

KESIMPULAN

- Defleksi lateral akibat respon spectra PSHA di Kota Kupang dan SNI bervariasi nilainya. Adapun persentase perbedaan antara ketiganya yaitu 19,77% - 24,13% untuk respon struktur akibat respon spectra PSHA dan respon struktur akibat respon spektra SNI 2012, sementara 36,57% - 40,04% untuk respon struktur akibat respon spectra PSHA dan respon struktur akibat respon spektra SNI 2002, dan 20,17% - 22,69% untuk respon struktur akibat respon spectra SNI 2012 dan respon struktur akibat respon spektra SNI 2002.
- Nilai total *drift* berada pada besaran 0,0005 yang menggunakan respon spectra PSHA, 0,0004 yang menggunakan respon spectra SNI 2012, dan 0,0003 yang menggunakan respon spectra SNI 2002. Nilai *interstory drift* berada pada besaran 0,0002 yang menggunakan respon spectra PSHA, 0,0002 yang menggunakan respon spectra SNI 2012, dan 0,0001 yang menggunakan respon spectra SNI 2002.
- Dari penelitian ini, struktur Gedung Keuangan Negara yang dimodifikasi ini masih tahan terhadap gempa karena masih dalam kategori *Immediate Occupancy* (IO) dari segi nilai total *drift* maupun *interstory drift*.

SARAN

- Bagi mahasiswa yang ingin melakukan penelitian mengenai studi perbandingan respon struktur dari respon spektra, diharapkan dapat menggunakan gedung tidak beraturan.
- Peneliti selanjutnya dapat mencoba struktur dengan jumlah joint lebih banyak untuk melihat lebih banyak variasi nilai defleksi lateral

DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council, ATC 40. 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*. Redwood City, California, U.S.A.
- Basori, Suharwanto, Syafrizal. 2015. *Analisis Defleksi Batang Lentur Menggunakan Tumpuan Jepit Dan Rol Pada Material Aluminium 6063 Profil U Dengan Beban Terdistribusi*. Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional Jakarta, Jakarta
- Faizah, R. 2015. *Pengaruh Frekuensi Gempa Terhadap Respon Bangunan Bertingkat*. Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah.

- Magang, E. 2016. *Evaluasi Kinerja Perencanaan Struktur Gedung Keuangan Negara Kupang Menggunakan Analisis Pushover Berdasarkan SNI 1726-2012*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang
- Nomleni, A. 2016. *Pembuatan Respon Spektra Dan Peta Kegempaan Di Kota Kupang Berdasarkan Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)*. Prosiding Seminar Nasional Teknik, Kupang: 4 November 2017.
- SNI 1726-2002. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional
- SNI 1726-2012. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (BETA Version)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional