

ANALISIS KORELASI GAYA DALAM GEDUNG DENGAN NILAI PGA MENGGUNAKAN METODE DINAMIK RESPON SPEKTRUM PADA TANAH LUNAK DI RIAU

Ahmad Hamidi, ST

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru

E-mail: hamidi4407@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meneliti korelasi antara gaya dalam pada elemen struktur gedung terhadap nilai percepatan puncak tanah (PGA) dengan menggunakan metode dinamik respon spectrum. Tinjauan dilakukan pada tanah lunak yang ada di kabupaten/Kota di Riau karena tanah lunak merupakan tanah dengan kondisi tanah yang paling rendah dalam menahan beban-beban. Parameter gaya dalam yang dibandingkan adalah perpindahan (*displacement*), percepatan (*story drift*) dan gaya geser (*story shear*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai *displacement* maka semakin tinggi nilai PGA pada masing-masing daerah. Daerah dengan nilai *displacement* dan PGA tertinggi adalah Kota Pasir Pangaraian (Kabupaten Rohul) dan yang terendah adalah Kota Selat Panjang (Kabupaten Meranti). Hal ini disebabkan karena daerah Kabupaten Rohul kondisi tanahnya lebih baik yang berada pada dataran tinggi jika dibandingkan dengan Kabupaten Meranti yang merupakan daerah pesisir yang berada pada dataran yang lebih rendah.

kata kunci: perpindahan, percepatan, gaya geser, pga

Abstract

*This study aims to analyze and examine the correlation between the style in the structural elements of the building on the value of peak acceleration of land (PGA) using the method of dynamic response spectrum. This observation was made on soft soils in districts / cities in Riau because this soil are lowest in resist loads. Parameter style in comparison is the displacement (*displacement*), acceleration (*story drift*) and shear (*shear story*). The results showed that the higher the value the higher displacement PGA values in each area. The area with the highest value of displacement and the PGA is Pangaraian Sand City (District Rohul) and the lowest is Kota Selat Panjang (District Meranti). This is caused because the Regency Rohul better soil conditions that are in the plateau compared with Meranti district which is a coastal area located on the lower plains.*

keywords: *displacement, story drift, shear, pga*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki lebih dari 17.000 pulau dan terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia yang selalu bergerak satu sama lainnya. Ketiga lempeng tektonik tersebut adalah Lempeng Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Pergerakan ketiga lempeng tersebut akan mengakibatkan terjadinya pelepasan energi yang sering dinamakan gempa.

Gempa yang terjadi seringkali merusak bangunan-bangunan yang berada disekitar lokasi

pusat gempa. Bangunan yang memiliki resiko paling tinggi terhadap gempa adalah bangunan yang memiliki lantai tinggi dan digunakan sebagai aktifitas publik karena akan mengakibatkan banyaknya korban jiwa. Mengatasi rusak bahkan robohnya suatu bangunan gedung perlu dilakukan perhitungan khusus dalam merancang bagian struktur bangunan. Bangunan yang di lantai bawah lebih lunak dari pada lantai di atasnya, atau dapat dikatakan lantai di atas lebih keras atau kaku dibanding lantai di bawahnya.

Kondisi ini membuat bangunan akan menjadi lebih rentan roboh dan banyaknya terjadi korban jiwa. Kerusakan yang terjadi pada gedung memiliki kaitan antara gaya dalam yang terjadi pada gedung terhadap nilai percepatan tanah puncak (PGA) sehingga dalam melakukan perencanaan struktur suatu gedung perlu melakukan analisis terhadap nilai PGA pada suatu daerah.

analisis terhadap nilai PGA pada suatu daerah ini bertujuan untuk mendapatkan korelasi antara perpindahan (*displacement*) dengan nilai PGA, serta mendapatkan daerah dengan pengaruh tertinggi dan terendah. Analisis mengenai kemungkinan hubungan antara perpindahan (*displacement*) terhadap nilai percepatan tanah puncak (PGA) dengan menggunakan metode dinamik respon spektrum pada tanah lunak. Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- Penelitian dilakukan dengan menggunakan software elemen hingga.
- Besaran respon spektrum adalah tanah lunak yang ada di Kabupaten/Kota di Provinsi Riau.
- Analisis beban gempa dengan menggunakan SNI 1726-2012.
- Bangunan yang menjadi tinjauan adalah bangunan pertokoan (café) 6 lantai.
- Struktur bangunan yang digunakan adalah struktur beton.

Bangunan Tinggi

Kebutuhan akan ruangan pada bangunan terkadang bertolak belakang dengan ketersediaan lahan dalam pembangunannya, sehingga para ahli konstruksi mulai mengembangkan bangunan bertingkat (arah vertikal) untuk memenuhi kebutuhan ruangan dengan keterbatasan lahan yang ada. Opsi ekspansi pembangunan ke arah vertikal juga memiliki kepopuleran tersendiri pada satuan daerah perencanaan tertentu.

Bangunan bertingkat tinggi akan memiliki struktur gedung yang lebih kompleks demi menjamin kekuatan gedung dan keselamatan pengguna bangunan tersebut. Perkembangan ilmu Rakayasa dalam bidang konstruksi saat ini sudah memungkinkan untuk menciptakan sesuatu yang dulunya mustahil termasuk dengan bangunan bertingkat tinggi. Sehingga dengan perkembangan

ilmu saat ini semua bangunan dengan bentuk gedung maupun dengan ketinggian yang tinggi bisa diwujudkan.

Menurut Suartika (2010) Bangunan tinggi membutuhkan *power energy* untuk menggerakkan transportasi vertikalnya, untuk pengkondisian ruangan, untuk pencahayaan, untuk operasional utilitas gedung, termasuk kemandirian akan bahaya kebakaran, gempa bumi, dan lain-lain.

Pengaruh Gempa Terhadap Bangunan Gedung

Menurut Suharyanto (2013) Gempa bumi didefinisikan sebagai getaran yang bersifat alamiah, yang terjadi pada lokasi tertentu dan sifatnya tidak berkelanjutan yang disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi) secara tiba-tiba karena adanya sumber gaya sebagai penyebabnya baik bersumber dari alam maupun dari buatan manusia.

Sebagian besar gempa bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak. Tekanan tersebut semakin lama akan semakin membesar hingga akhirnya mencapai keadaan tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempeng. Sehingga terjadilah gempa bumi. Selain itu gempa bumi juga disebabkan oleh pergerakan magma di dalam gunung berapi sebagai indikasi akan terjadinya letusan gunung berapi.

Akibat yang ditimbulkan oleh gempa berupa kerusakan bangunan dan korban jiwa seharusnya bisa diminimalisir dengan perencanaan gedung tahan gempa yang tepat. Perencanaan bangunan di daerah rawan gempa yang sering diaplikasikan saat ini adalah *performance based seismic design* berupa pemanfaatan teknik analisis non-linear dengan aplikasi komputer sehingga dengan mudah didapatkan intensitas pergerakan tanah, kemudian bisa memprediksi kondisi kritis bangunan saat terjadi gempa dan memberikan perkuatan pada kondisi kritis tersebut.

Menurut Wiryanto Dewobroto (2006) 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 (*occupancy*) dan kerugian harta benda

(*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang.

Pembebanan

Pemodelan gedung menggunakan aplikasi *software* elemen hingga dan menjadikan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG) tahun 1983 dan SNI 1727-2013 sebagai pedoman pembebanan.

a. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

b. Beban hidup adalah beban yang bergerak diatas bangunan berupa manusia yang bekerja dan berbagai peralatan yang bisa dipindah-pindah. Beban hidup nominal yang bekerja pada struktur gedung adalah beban yang terjadi akibat dari aktifitas penghuni bangunan tersebut.

c. Beban Angin

Beban angin adalah beban yang diakibatkan oleh pergerakan udara dalam waktu tertentu yang dibedakan menjadi angin tekan dan angin hisap. Beban angin ditentukan oleh bentuk geometris, tinggi, kemiringan atap dan lokasi bangunan.

d. Beban Gempa

Beban gempa merupakan semua beban static ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan gempa.

Respons Spektrum

Respon spektrum merupakan suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar struktur (T) berdasarkan respon-respon rasio redaman dan gempa tertentu. Respon spektrum disain untuk perencanaan gedung ditentukan berdasarkan wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun. Respon Spektrum tersebut dinyatakan dengan grafik C-T dengan C adalah factor respon gempa dalam g dan T adalah waktu getar alami struktur dalam detik. Nilai koefisien gempa dasar C pada respon spektrum harus dikalikan dengan

factor koreksi I/R, dimana I adalah faktor keutamaan dan R adalah faktor reduksi gempa.

Sebagian besar gempa bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak. Tekanan tersebut semakin lama akan semakin membesar hingga akhirnya mencapai keadaan tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempeng. Sehingga terjadilah gempa bumi. Selain itu gempa bumi juga disebabkan oleh pergerakan magma di dalam gunung berapi sebagai indikasi akan terjadinya letusan gunung berapi.

Kerusakan Bangunan

Akibat adanya gempa seringkali mengakibatkan terjadinya kerusakan pada bangunan. Kerusakan tersebut sangat bervariasi mulai dari kerusakan non struktur sampai pada kerusakan pada elemen struktur bangunan gedung sehingga diperlukan perencanaan yang baik untuk menghindari terjadinya kerusakan maupun korban jiwa. Menurut Sukamta & Utama (2006) untuk bangunan rumah tinggal tembokan sederhana kunci tahan gempa pertama adalah pemakaian balok pondasi (sloof), kolom praktis dan ring balok yang dibuat dari beton bertulang dan disatukan dengan pasangan batanya. Kunci kedua adalah dengan memakai atap yang relatif ringan dan terikat dengan baik pada konstruksi atapnya. Untuk gedung-gedung konstruksi beton kunci keberhasilannya dalam menahan gempa terletak pada dua hal yaitu menaruh kait sengkang yang cukup dengan ujung yang cukup panjang dan ditekuk 135° dan membuat tiang kolom beton lebih kuat daripada baloknya.

Sedangkan menurut Suharyanto (2013) kerusakan struktur bangunan dapat dikelompokkan berdasarkan penyebabnya yaitu :

1. Kerusakan struktur bangunan akibat langsung dari gempa

Kerusakan ini disebabkan oleh kerusakan permukaan tanah dan efek getaran yang ditransmisikan dari tanah ke struktur sehingga menyebabkan kerusakan pada bagian elemen struktur bangunan. Sehingga untuk daerah yang rawan gempa perencanaan struktur bangunannya lebih kompleks.

2. Kerusakan struktur bangunan akibat tidak langsung dari gempa.

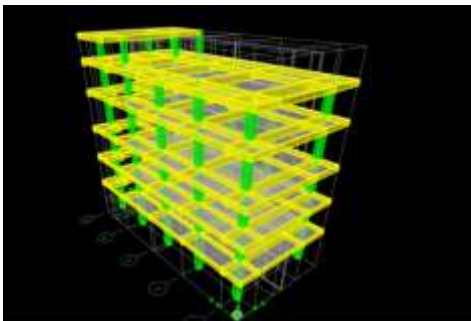
Kerusakan golongan ini disebabkan oleh kelongsoran lereng, banjir akibat bendungan pecah, kebakaran, tsunami dll. Kerusakan ini merupakan peristiwa yang terjadi pasca gempa.

METODE PENELITIAN

Analisis dilakukan dengan menggunakan *software* elemen hingga dan mengacu pada SNI 03-1726-2012. Model struktur didesain 6 lantai dan menggunakan struktur beton bertulang.

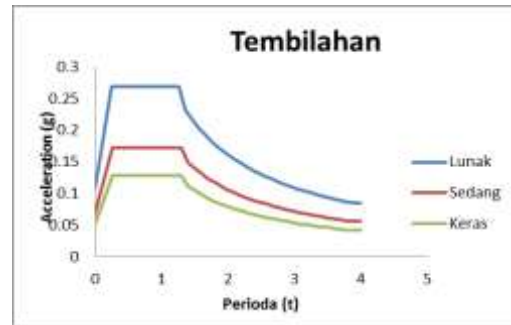
Dimensi struktur gedung pertokoan (cafe) secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

1. Balok
Dimensi balok yang digunakan bervariasi antara lain 300 x 600 mm, 300 x 500 mm, 250 x 500 mm, 200 x 400 mm, 150 x 600 mm.
2. Kolom
Dimensi kolom yang digunakan pada gedung ini antara lain 450 x 450 mm, 400 x 400 mm, dan 200 x 400 mm.
3. Pelat lantai
Ketebalan pelat lantai yang digunakan seragam yaitu 120 mm.



Gambar 1. Pemodelan Struktur

Output dari hasil analisis *software* yang digunakan sebagai pembanding adalah nilai perpindahan (*displacement*). Respons spektrum yang digunakan adalah kondisi tanah lunak pada seluruh Kabupaten/Kota di Riau. Respons Spektrum tersebut dapat digambarkan menjadi diagram yang menunjukkan hubungan antara periode waktu (*t*) dengan acceleration pada masing-masing daerah.



Gambar 2. Kurva Respons Spektrum Kota Tembilahan

Gambar 2. menunjukkan koefisien gempa elastik struktur sebagai fungsi dari periode struktur kabupaten Indragiri hilir (Tembilahan). Sementara untuk berbagai kabupaten/kota lainnya yang dianalisis akan memiliki grafik respon spektrum tanah yang berbeda. Hal ini disebabkan masing-masing kabupaten/kota memiliki tingkat resiko gempa yang berbeda.

Analisa elemen hingga dilakukan dengan bantuan *software* elemen hingga untuk memodelkan seluruh komponen. Langkah-langkah analisis respon spektrum adalah sebagai berikut :

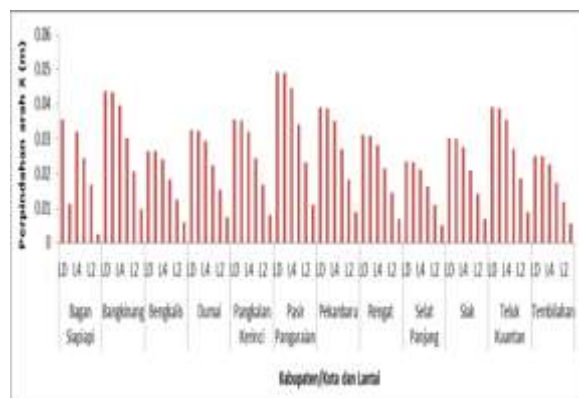
1. Memodelkan elemen struktur bangunan dengan mendefinisikan terlebih dahulu material dan dimensi elemen struktur beserta dengan pembebanannya.
2. Melakukan analisis ragam hingga partisipasi massa ragam kumulatif sudah melebihi 90%. Kemudian lakukan pendefinisian fungsi respon spektrum (c_{sm} vs T) berdasarkan grafik respon spektrum untuk tanah lunak kabupaten/kota yang ada di Riau.
3. Melakukan analisis respon spektrum untuk mendapatkan keluaran berupa respon struktur diantaranya perpindahan (*displacement*) dalam satuan meter, percepatan (*drift story*) dalam satuan meter/detik dan gaya geser (*shear story*) dalam satuan kilogram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis perpindahan (*displacement*)

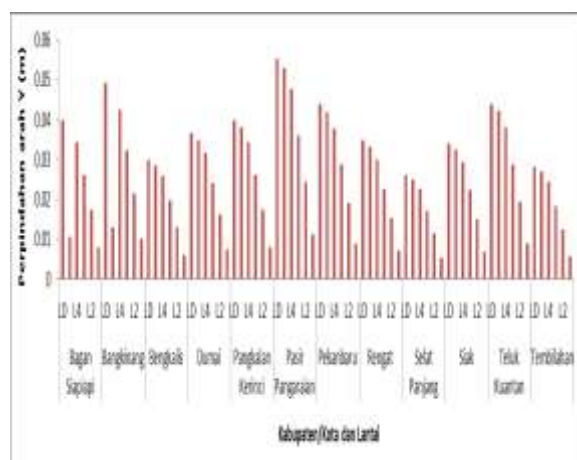
Perpindahan yang ditinjau pada gedung cafe adalah perpindahan pada setiap lantai dengan kondisi tanah lunak. Gambaran pola perpindahan arah X dan Y untuk masing-masing lokasi dan

masing-masing lantai secara berurutan ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 3. Perpindahan arah X

Berdasarkan Gambar 3 nilai perpindahan arah X maksimum untuk kondisi tanah lunak terjadi pada kabupaten Rokan Hulu (pasir pengaraian) dengan besaran nilai 0,0492 m pada lantai dak, sedangkan kondisi paling rendah adalah Kabupaten Rokan Hilir (Bagan Siapiapi) dengan besaran 0,0025 m pada Lantai 1.



Gambar 4. Perpindahan arah X

Berdasarkan Gambar 4. nilai perpindahan arah Y maksimum untuk kondisi tanah lunak terjadi pada kabupaten Rokan Hulu (pasir pengaraian) dengan besaran 0,0553 m pada lantai dak, sedangkan kondisi paling rendah adalah Kabupaten Meranti (Selat Panjang) dengan besaran 0,0053 m pada Lantai 1.

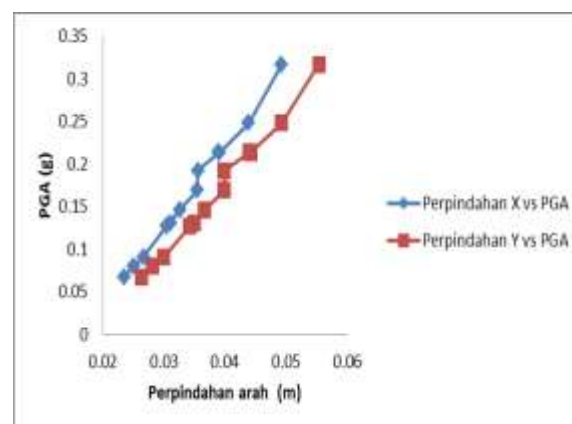
Hubungan antara perpindahan dengan PGA pada masing-masing kota seperti ditunjukkan oleh Tabel 1 dan Gambar 4, dengan

mengambil tinjauan pada lantai puncak (lantai dak) pada masing-masing kabupaten/kota yang ada di Riau, karena lantai puncak merupakan lantai dengan nilai perpindahan tertinggi.

Tabel 1 Hubungan Perpindahan dengan PGA

No	Kabupaten/Kota	Perpindahan arah X (m)	Perpindahan arah X (m)	PGA (g)
1	Pasir pengaraian	0,0492	0,0553	0,317
2	Bangkinang	0,0438	0,0492	0,248
3	Teluk Kuantan	0,039	0,0441	0,213
4	Pekanbaru	0,0389	0,0439	0,214
5	Pangkalan kerinci	0,0355	0,0398	0,192
6	Bagan siapiapi	0,0354	0,0398	0,169
7	Dumai	0,0325	0,0366	0,146
8	Rengat	0,031	0,0349	0,131
9	Siak	0,0303	0,0341	0,127
10	Bengkalis	0,0266	0,0299	0,091
11	Tembilahan	0,025	0,0281	0,08
12	Selat Panjang	0,0234	0,0263	0,067

Gambaran pola hubungan antara perpindahan dengan besaran nilai PGA pada masing-masing Kabupaten/Kota yang ada di Riau seperti ditunjukkan oleh Gambar 4. Semakin tinggi nilai perpindahan maka semakin tinggi pula nilai PGA pada suatu daerah.

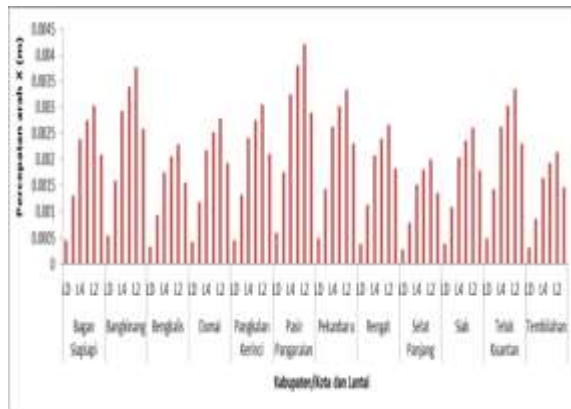


Gambar 5 Hubungan antara Perpindahan dengan Nilai PGA

Berdasarkan Gambar 5. dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi nilai perpindahan pada masing-masing daerah maka akan semakin tinggi juga nilai PGA pada masing-masing daerah.

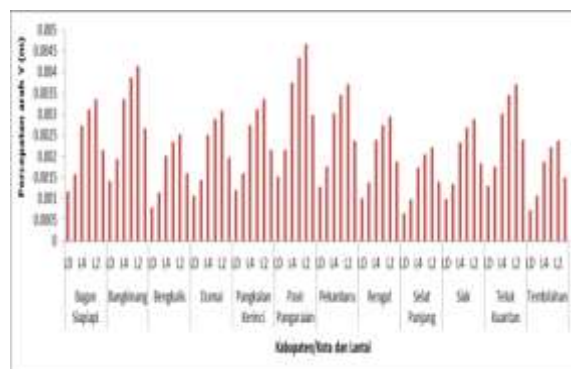
Hasil Analisis Percepatan

Percepatan yang ditinjau pada gedung cafe adalah percepatan pada setiap lantai dengan kondisi tanah lunak. Gambaran pola percepatan arah X dan Y untuk masing-masing lokasi dan masing-masing lantai secara berurutan ditampilkan pada Gambar 6. dan Gambar 7.



Gambar 6. Percepatan arah X

Berdasarkan Gambar 6. nilai percepatan arah X maksimum untuk kondisi tanah lunak terjadi pada kabupaten Rokan Hulu (pasir pengaraian) dengan besaran 0,004208 m pada lantai 2, sedangkan kondisi paling rendah adalah Kabupaten Meranti (Selat panjang) dengan besaran 0,000274 m pada Lantai dak.



Gambar 7. Percepatan arah Y

Berdasarkan Gambar 7 nilai percepatan arah Y maksimum untuk kondisi tanah lunak terjadi pada kabupaten Rokan Hulu (pasir pengaraian) dengan besaran 0,004669 m pada

lantai 2, sedangkan kondisi paling rendah adalah Kabupaten Meranti (Selat Panjang) dengan besaran 0,00062 m pada Lantai dak.

Sedangkan hubungan antara percepatan dengan PGA pada masing-masing kota seperti ditunjukkan oleh Tabel 2 dan Gambar 7, dengan mengambil tinjauan pada lantai dua pada masing-masing kabupaten/kota yang ada di Riau, karena lantai dua merupakan lantai dengan nilai percepatan tertinggi.

Tabel 2. Hubungan Percepatan dengan PGA

No	Kabupaten/Kota	Percepatan arah X (m)	Percepatan arah Y (m)	PGA (g)
1	Pasir pengaraian	0,004208	0,004669	0,317
2	Bangkinang	0,003751	0,004157	0,248
3	Teluk Kuantan	0,003345	0,003723	0,213
4	Pekanbaru	0,003337	0,003712	0,214
5	Pangkalan kerinci	0,003039	0,003365	0,192
6	Bagan siapiapi	0,003035	0,003363	0,169
7	Dumai	0,002786	0,003092	0,146
8	Rengat	0,002651	0,002947	0,131
9	Siak	0,002595	0,002884	0,127
10	Bengkalis	0,002275	0,002527	0,091
11	Tembilahan	0,002141	0,00237	0,08
12	Selat Panjang	0,001998	0,002215	0,067

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah melakukan analisis menggunakan software elemen hingga, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ada beberapa gaya dalam yang memberikan pengaruh pada elemen struktur gedung yaitu Perpindahan (*Displacement*), Percepatan (*Story Drift*).
2. Gaya dalam yang terjadi tersebut memiliki hubungan dengan nilai percepatan tanah puncak (PGA), dimana semakin tinggi nilai gaya dalam yang terjadi maka nilai PGA juga akan semakin tinggi dan sebaliknya, jika semakin rendah nilai gaya dalam yang terjadi maka nilai PGA juga akan semakin rendah.
3. Daerah yang memiliki nilai Perpindahan (*Displacement*) yang tertinggi adalah Kota pasir pengaraian (Kabupaten Rokan Hulu)

dan yang paling rendah adalah Kota Selat Panjang (Kabupaten Meranti).

4. Daerah yang memiliki nilai Percepatan (*Story Drift*) yang tertinggi adalah Kota pasir pengaraian (Kabupaten Rokan Hulu) dan yang paling rendah adalah Kota Selat Panjang (Kabupaten Meranti).

Saran

Berdasarkan hasil analisis maka penulis memiliki beberapa saran untuk dilakukan penelitian lanjutan, antara lain :

1. Analisis dengan metode respon spektrum bisa dilakukan pada kondisi tanah lainnya dengan jumlah lantai tinjauan yang lebih tinggi.
2. Selain terhadap nilai percepatan tanah puncak (PGA) kedepan bisa dilakukan analisis terhadap nilai Periode pendek (Ss) dan Periode 1 detik (S1)

Daftar Pustaka

- Dewobroto, W. (2006). Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000 1, 3(1), 17–18.
- Dewobroto, W. (2012). Menyongsong Era Bangunan Tinggi dan Bentang Panjang, 1–90.
- Elnashai, A. S. (2008). *Fundamentals Of Earthquake*.
- Faizah, R. (2013). Analisa Gaya Gempa Rencana Pada Struktur Bertingkat Banyak Dengan Metode Dinamik Respon Spektra, 7(KoNTekS 7), 24–26.
- Fitriani, Afifuddin, M., & Ridha, M. (2012). Aplikasi Artificial Neural Network untuk Memprediksi Nilai Potensial Korosi pada Balok Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*, 1(1), 35–47.
- Ir, O., Sukamta, D., & Utama, I. P. (2006). Bangunan tahan gempa (*).
- Kasuma, W. (2009). Identifikasi Kegagalan, Alternatif Perbaikan dan Perkuatan pada Struktur Gedung Poltekkes Siteba Padang.
- Mamesah, H. Y., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2014). Analisis Pushover Pada Bangunan Dengan Soft First Story. *Jurnal Sipil Statik Vol.2 No.4, April 2014 (214-224) ISSN: 2337-6732*, 2(4), 214–224.
- Paz, M. (2003). Structural Dynamics.
- Suartika, G. A. M. (2010). Pengaturan batas ketinggian bangunan dalam menjaga keberlanjutan bentang alam dan lingkungan terbangun, 146–158.
- Suharyanto. (2013). *Rekayasa Gempa*. Yogyakarta: Universitas Janabrada.
- Winarsih, T. (2010). *Asesmen Kekuatan Struktur Bangunan Gedung*.
- Wisnumurti, I. C. dan A. A. (2013). Analisis Pushover Pada Gedung Tidak Beraturan Dengan Study Kasus Pada Gedung Baru FIA UNIBRAW. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>