

# PERFORMANCE ANALYSIS OF BUILDING STRUCTURE ASRAMA PUTRI ACEH WEST LOAD ON KOBE EARTHQUAKE

Andi Yusra<sup>1</sup>, Aulia Rahman<sup>2</sup>, Aulia Desri Datok Riski<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

Alue Penyareng, Meulaboh Aceh Barat 23615, email: [yusra.andi@yahoo.com](mailto:yusra.andi@yahoo.com)

## Abstrak

Perencanaan struktur bangunan di Indonesia haruslah memiliki ketahanan yang baik dikarenakan sebagian besar wilayahnya memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap gempa. salah satunya Provinsi Aceh yang tergolong pada daerah paling rawan gempa, itulah sebabnya mengapa perencanaan struktur yang baik sangatlah di butuhkan. Analisis dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur terhadap perencanaan, dan membandingkan hasil analisis untuk menguji daya tahan sebuah gedung dengan cara menganalisis besarnya Displacement yang terjadi pada saat berlangsungnya gempa, dengan menggunakan metode 3D nonlinear earthquake response analysis (Respon Spektrum) dan metode 3D nonlinear static push-over analysis sebagai pembandingan untuk mendapatkan hasil akurasi yang baik dengan tujuan untuk mengetahui besarnya tingkat resiko yang akan dialami oleh gedung tersebut. Dengan harapan nantinya setiap gedung yang akan dibangun atau gedung-gedung yang sudah lama dan sudah terkena dampak bencana gempa di kawasan-kawasan yang rawan gempa seperti di Aceh, juga dilakukan analisis terhadap struktur bangunannya agar didapat bangunan yang aman, kuat, kokoh, dan tahan terhadap gempa. Dalam analisis ini gedung yang akan penulis lakukan analisis terhadap strukturnya adalah gedung Asrama Putri Aceh Barat, Komplek Asrama IPELMABAR, Lamreung Banda Aceh. Gedung tersebut telah penulis lakukan desain ulang dari 3 lantai menjadi 4 lantai guna untuk memenuhi syarat Tugas Akhir Analisis gedung. Analisis yang akan penulis lakukan menggunakan aplikasi STERA 3D dimana Perangkat lunak ini dikembangkan untuk menganalisis struktur bangunan terhadap gempa. Mudah-mudahan dengan aplikasi ini nantinya penulis lebih mudah untuk melakukan analisis terhadap struktur gedung yang akan penulis lakukan analisis terhadap strukturnya.

**Kata Kunci :** Analisis Struktur, Bangunan

## Abstract

The structural design of buildings in Indonesia must have good resistance because most of the region has a high level of vulnerability to only gempa. salah Aceh province belonging to the areas most prone to earthquakes, which is why planning is a good structure in need. Analysis was conducted to evaluate the performance of the structure of the plan, and compare the results of analysis to test the durability of a building by analyzing the amount of displacement that occurs at the time of the earthquake, using 3D nonlinear earthquake response analysis (Respon Spektrum) and methods of 3D nonlinear static push -Over analysis as a comparison to get good accuracy results in order to determine the level of risk that will be experienced by the building. With the hope of eventually every building to be constructed or buildings is old and has been affected by the earthquake in areas that are prone to earthquakes such as in Aceh, also conducted an analysis of the structure in order to obtain the building safe, strong, sturdy, and resistant against earthquakes. In this analysis the authors of the building that will do an analysis of the structure is the daughter of West Aceh dormitory building, dormitory complex IPELMABAR, Lamreung Banda Aceh. The building has been done redesign of 3 to 4 floors floor in order to qualify the final project analysis will gedung. Analisis writers do use 3D STERA applications where software is developed to analyze the structure of the building against earthquakes. Hopefully with this application writer will be easier to conduct an analysis of the structure of the building that will be the author did an analysis of the structure.

**Keywords:** Building Structural, Analysis

## PENDAHULUAN

Di Indonesia perencanaan struktur bangunan yang memiliki ketahanan yang baik sangatlah penting dikarenakan sebagian besar wilayahnya memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap gempa, (seperti terlihat pada peta-peta gerak tanah seismik dan koefisien resiko berdasarkan SNI 1726-2012 yang terdapat pada lampiran A1). Salah satunya Provinsi Aceh yang terletak pada daerah paling rawan. Sangat disayangkan bahwa pada beberapa kejadian gempa bumi yang terjadi di Aceh banyak sekali kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh bencana gempa tersebut, seperti halnya gempa yang terjadi di Kabupaten Aceh Tengah dan Bener Meriah pada tanggal 2 juli 2013 yang lalu, yang menyebabkan kerusakan yang sangat serius pada bangunan-bangunan yang berada di sekitar daerah tersebut. Hal ini dikarenakan bangunan yang dibuat tidak cukup kuat menahan gaya gempa yang terjadi, akibatnya banyak terdapat korban jiwa pada bencana tersebut.

Hal inilah yang kemudian membuat penulis berfikir untuk melakukan analisis terdapat struktur gedung, dengan harapan nantinya setiap gedung yang akan dibangun atau gedung-gedung yang sudah lama dan sudah terkena dampak gempa di kawasan-kawasan yang rawan gempa seperti di Aceh, juga dilakukan analisis terhadap struktur bangunannya agar didapat bangunan yang aman, kuat, kokoh, dan tahan terhadap gempa.

Analisis yang akan penulis lakukan menggunakan aplikasi *STERA 3D* dimana perangkat lunak ini dikembangkan untuk menganalisis struktur bangunan terhadap gempa. Mudah-mudahan dengan aplikasi ini nantinya penulis lebih mudah untuk melakukan analisis terhadap struktur gedung yang akan penulis lakukan analisis terhadap strukturnya.

Tujuan dari analisis ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana perilaku struktur bangunan terhadap gaya gempa yang diberikan.
2. Untuk mengetahui berapa tingkat ketahanan komponen struktur dalam menahan beban gempa.
3. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat kerusakan yang terjadi.

## Pengertian Gempa

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang

dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi.

### **Karakteristik gempa**

Adapun karakteristik gempa bumi adalah sebagai berikut:

- Berlangsung dalam waktu yang sangat singkat
- Lokasi kejadian tertentu
- Akibatnya dapat menimbulkan bencana
- Berpotensi terulang lagi
- Belum dapat diprediksi
- Tidak dapat dicegah, tetapi akibat yang ditimbulkan dapat dikurangi

### **Tipe gempa bumi**

Tipe-tipe gempa bumi dapat digolongkan menjadi:

#### [Gempa bumi vulkanik](#) (Gunung Api).

Gempa bumi ini terjadi akibat adanya aktifitas magma, yang biasa terjadi sebelum gunung api meletus. Apabila keaktifannya semakin tinggi maka akan menyebabkan timbulnya ledakan yang juga akan menimbulkan terjadinya gempa bumi. Gempa bumi tersebut hanya terasa di sekitar gunung api tersebut.

#### Gempa bumi tektonik.

### **Deskripsi Gempa Kobe**

Gempa bumi berkekuatan 7.2 di Kobe, Jepang, disebut sebagai bencana paling mahal sepanjang masa. Yang paling menakutkan dari kekuatannya adalah bahwa gempa tahun 1995 ini telah menghancurkan dan menewaskan ribuan korban yang sama sekali tak menduganya, dalam waktu yang singkat dari awal hingga akhir, pada pukul 5.46 pagi hari gempa bumi terjadi selama dua puluh detik, dan dibutuhkan selama satu dekade untuk memulihkannya. Sebagaimana halnya dengan yang selalu terjadi pada gempa bumi besar, Kobe juga dikepung api yang berasal dari pipa gas yang pecah, dan kompor-kompor yang menyala jatuh. Diperkirakan lebih dari satu juta meter persegi Kobe telah terbakar oleh api setelah gempa bumi ini. Nyaris 180.000 gedung di perkotaan telah rusak atau hancur. Di pelabuhan Kobe, lebih dari 90 persen dari 187 tambatan kapal di pelabuhan telah rusak. Hanshin Expressway telah runtuh di beberapa tempat. Pada tanggal 25 Januari, sembilan hari setelah gempa bumi menghantam, sebanyak 367.000 rumah tangga di Kobe masih belum memperoleh aliran air. Mayat-mayat juga merupakan masalah sangat besar menyusul bencana ini, dan di Kobe terdapat

ribuan orang yang telah tewas dalam gempa bumi, yang mayatnya harus dibersihkan, diidentifikasi, dan dikubur, atau dikremasi. Pihak resmi mengubah sebuah ruang sekolah di kota menjadi sebuah kamar mayat, dan memasang tanda di pintu yang berbunyi Ruang bagi Arwah-arwah yang beristirahat.

### **Aplikasi yang Digunakan**

Aplikasi yang penulis gunakan pada analisis ini adalah program *STERA\_3D* dimana *STERA\_3D* adalah perangkat lunak yang terintegrasi untuk analisis seismik bangunan beton bertulang dalam ruang tiga dimensi yang dikembangkan untuk tujuan Perencanaan dan pendidikan. *STERA\_3D* memiliki visualisasi untuk menciptakan model bangunan dan menunjukkan hasil dengan mudah dan cepat.

*STERA\_3D* memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis bangunan sebagai berikut:

- a. *3D elastic modal analysis,*
- b. *3D nonlinear static push-over analysis,*
- c. *3D nonlinear earthquake response analysis,*

Terdapat beberapa Pemodelan yang bisa dilakukan dalam aplikasi ini, akan tetapi pada analisis ini penulis hanya melakukan beberapa Pemodelan diantaranya ialah sebagai berikut:

1. Balok (*Beam*)
2. Kolom (*Column*)
3. Dinding (*Wall*)
4. Sendi (*External Springs*)

### **METODE ANALISIS**

#### **Sumber Data**

Data-data yang digunakan dalam analisis ini diambil berdasarkan data primer dan sekunder. Sistematis pengambilan data dimulai dari pengumpulan data dan pengolahan data.

#### **Pengumpulan Data**

Dalam tahapan ini penulis melakukan pengumpulan data primer dan data sekunder yang berupa kajian tentang pelaksanaan analisis, informasi tentang gedung, literatur dan deskripsi tentang gempa (dari pengertian gempa, faktor terjadinya, sampai dengan gempa yang datanya penulis gunakan dalam analisis ini), hal ini guna untuk memudahkan penulis dalam melakukan analisis.

#### **Tahapan Perencanaan**

Tahap perencanaan ini akan dimulai dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Perhitungan Pembebanan bangunan.
2. Pengaturan Pola Elemen Struktur.
3. Memasukkan Informasi Element.
4. Analisis.
5. Pembacaan Hasil Analisis.
6. Pengambilan Kesimpulan.

### **Perhitungan pembebanan bangunan**

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan pada perhitungan pembebanan ini diantaranya, perhitungan pembebanan yang berupa beban mati dan beban hidup pada konstruksi atap, konstruksi lantai satu, lantai dua, lantai tiga, dan empat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya beban yang ditanggung oleh suatu bangunan. Nantinya besaran beban yang di tampung oleh gedung ini akan di masuk kan pada pengaturan pola element struktur sebelum melakukan analisis dengan menggunakan aplikasi *STERA 3D*.

### **Pengaturan pola element struktur**

Dalam Tahapan ini dilakukan pengaturan pola element struktur yang berupa pemasukan pembebanan, pengaturan (perletakan sloof, perletakan kolom, dan perletakan balok), pengaturan (jarak antara sloof, jarak antar kolom, jarak antar balok), pengaturan tinggi kolom. Langkah-langkah tersebut dilakukan pada setiap lantai, dari lantai satu sampai dengan lantai empat.

### **Memasukkan informasi element**

Tahapan ini dilakukan pemodelan dengan memasukkan data/ informasi dari element bangunan gedung diantaranya sloof, kolom, balok, dan dinding. Adapun informasi/ data yang di masuk kan dalam pemodelan ini berupa:

1. Dimensi sloof, jarak selimut beton, diameter tulangan, jumlah tulangan, jarak tulangan, berat jenis, mutu beton.
2. Dimensi kolom, jarak selimut beton, diameter tulangan, jumlah tulangan, jarak tulangan, berat jenis, mutu beton.
3. Dimensi balok, tebal plat lantai, jarak selimut beton, diameter tulangan, jumlah tulangan, jarak tulangan, berat jenis, mutu beton.
4. Dinding, lebar bata, tebal bata, tebal spaci.

### **Analisis**

Setelah semua pemodelan, dan informasi data lengkap, kita masukkan data gempa yang sudah dipilih (data gempa Kobe Jepang) barulah kita lakukan analisis terhadap gedung namun

sebelum kita melakukan analisis terhadap gedung tersebut kita harus mengembalikan gedung ke ukuran semula, dan setelah itu klik tanda yang berbentuk tanda seru sehingga tampil jendela *analisis complit* yang berarti semua data yang dibutuhkan untuk analisis sudah lengkap, lalu kita masukkan data gempa berdasarkan arah X (kobe EW), Y (kobe NS), dan Z (kobe UD) setelah selesai baru kita mulai respon untuk mendapatkan hasil analisis, setelah itu simpan data dari analisis yang sudah kita lakukan, untuk selanjutnya kita lakukan pembacaan hasil.

### Pembacaan hasil

Untuk pembacaan hasil, penulis masukkan data dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan aplikasi *STERA 3D* ke program *microsoft Excel* untuk melakukan olah data sebelum melakukan perbandingan antara *Top Displacement*, dan *Bottom Dispalcement* terhadap gaya gempa kobe yang diberikan. Perbedaan yang terjadi akan terlihat jelas pada grafik perbandingan berdasarkan data analisis yang telah dilakukan.

Dan untuk melihat besarnya tingkat kerusakan yang terjadi, dapat dilihat dari hasil analisis *pushover*.

### Pengambilan kesimpulan

Setelah dilakukannya pengolahan data dengan program *Microsof Excel*, dan membuat Grafik perbandingan, dengan demikian kita dapat mengambil kesimpulan dari hasil analisis tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1** Simpangan horisontal (*displacement*).

No	Lantai	Displacement arah (X)	Displacement arah (Y)	Displacement antar tingkat arah (X)	Displacement antar tingkat arah (Y)
1	4	0,066	0,285	0,002	0,013
2	3	0,064	0,272	0,004	0,057
3	2	0,060	0,215	0,009	0,106
4	1	0,051	0,109	0,051	0,109

**Tabel 2 Pembebanan**

Titik buhul	Beban Mati (Kg)				Beban Hidup		Jumlah (kg)	Pembulatan (kg)
	Berat sendiri	Berat atap + Gording	Berat plafond + penggantung	Ikatan Angin (kg)	Hujan (kg/m)	Orang/ Pekerja (kg)		
A	5,970065	32,50917	12,96	-	28,512	100	179,9512	180
B	5,970065	32,50917	12,96	-	28,512	100	179,9512	180
C	6,027332	-	25,92	-	-	100	131,9473	132
D	7,77397	-	25,92	-	-	100	133,694	134
E	7,77397	-	25,92	-	-	100	133,694	134
F	6,027332	-	25,92	-	-	100	131,9473	132
G	3,836876	19,88436	-	-	19,872	100	143,5932	144
H	6,7718	24,94966	-	-	22,368	100	154,0895	155
I	9,219957	31,26561	-	-	26,688	100	167,1736	168
J	6,7718	24,94966	-	-	22,368	100	154,0895	155
K	3,836876	19,88436	-	-	19,872	100	143,5932	144
L	5,955748	-	-	-	-	100	105,9557	106
M	5,955748	-	-	-	-	100	105,9557	106
								1870

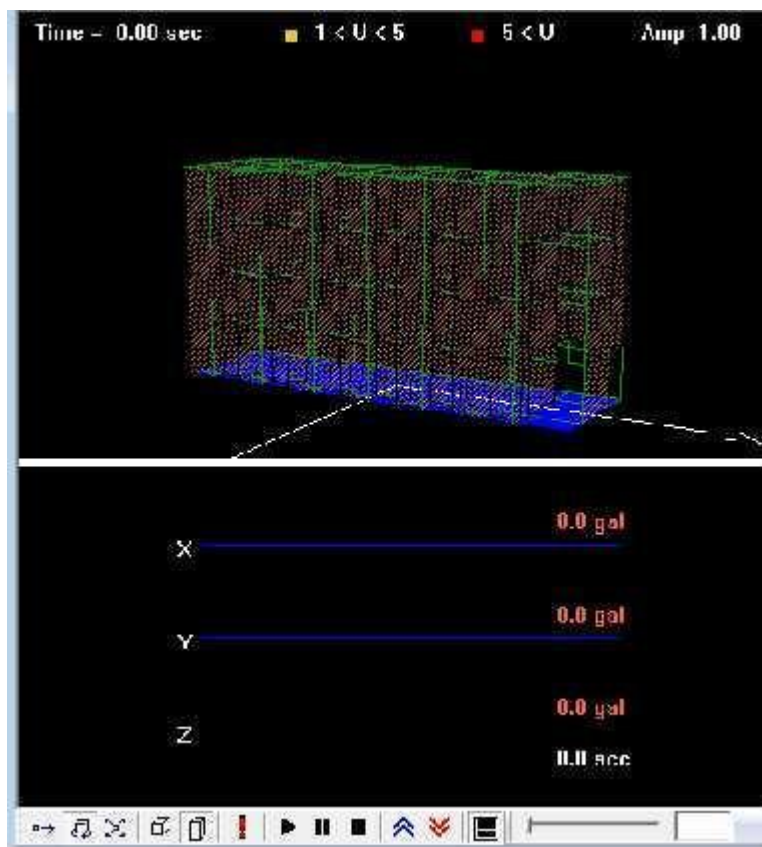
**Tabel 3 displacement maksimum analisis Respon Spektrum**

No	Lantai	H (m)	Displacement arah (X)	Displacement arah (X)	Syarat [(0,020 hx)/ρ]	Keterangan	
						Arah (X)	Arah(Y)
1	4	14	0,066	0,285	0,215	OK	NOT OK
2	3	10,5	0,064	0,272	0,162	OK	NOT OK
3	2	7	0,060	0,215	0,108	OK	NOT OK
4	1	3,5	0,051	0,109	0,054	OK	NOT OK

**Tabel 4** Tabel displacement maksimum analisis Pushover

No	Lantai	H (m)	Displacement arah (X)	Displacement arah (Y)	Syarat [(0,020 hx)/ρ]	Keterangan	
						Arah (X)	Arah(Y)
1	4	14	0,280	0,004	0,215	NOT OK	OK
2	3	10,5	0,276	0,003	0,162	NOT OK	OK
3	2	7	0,264	0,002	0,108	NOT OK	OK
4	1	3,5	0,176	0,000	0,054	NOT OK	OK

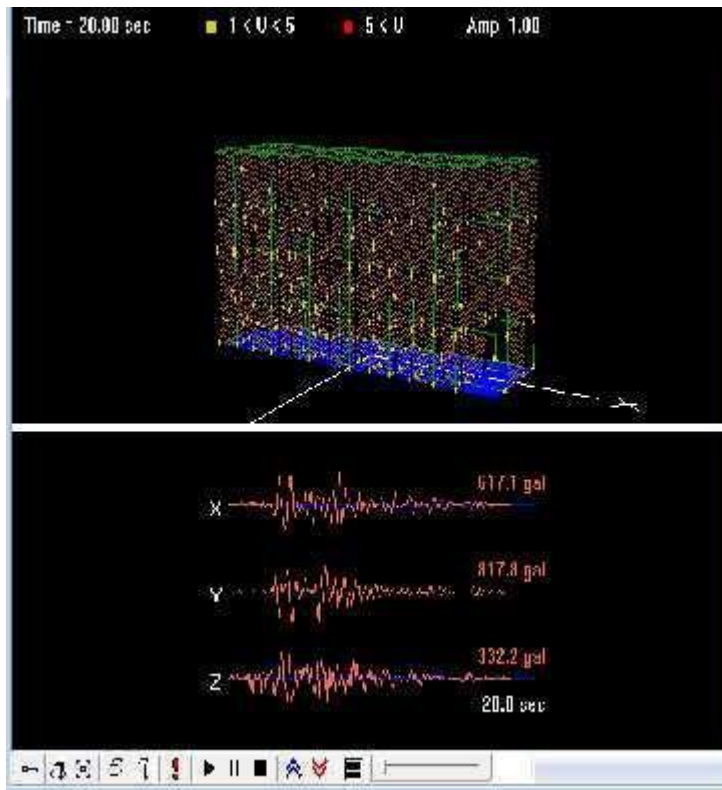
**Kondisi fisik gedung sebelum dilakukan analisis *respon spektrum*.**



Gambar 1 kondisi fisik gedung sebelum dilakukan analisis *respon spektrum*



### Kondisi fisik gedung sesudah dilakukan analisis *respon spektrum*.



Gambar 2 kondisi fisik gedung sesudah dilakukan analisis *respon spektrum*

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Setelah melakukan analisis menggunakan metode *respon spektrum* pada bab 4, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil evaluasi beban gempa arah X lantai 4 sudah memenuhi persyaratan sedangkan arah Y Pada lantai 4 arah menghasilkan  $V \leq 0,8 \cdot V_1$  maka dapat disimpulkan bahwa nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada arah Y belum memenuhi persyaratan SNI 03-1726-2002 pasal 7.1.3, sedangkan untuk tingkat 1,2 dan 3 beban gempa arah X dan Y nya telah memenuhi persyaratan.
2. Untuk kontrol kinerja batas layan struktur gedung simpangan antar lantai pada tingkat 1 dan 2 untuk arah X telah memenuhi persyaratan sedang arah Y tidak memenuhi Syarat  $\Delta < 0,02$  hsx, sehingga tidak aman dan harus dilakukan perkuatan terhadap strukturnya. dan untuk lantai 3 dan 4 telah memenuhi persyaratan baik X maupun arah Y.

3. Kontrol kinerja batas Ultimate arah X dan Y untuk lantai 4 telah memenuhi persyaratan sedangkan lantai 3 dan 2 hanya memenuhi untuk arah X saja sedangkan arah Y tidak memenuhi syarat, dan untuk lantai 1 kinerja batas Ultimate arah X dan Y keduanya tidak memenuhi syarat untuk kinerja batas Ultimate.
4. Hasil dari displacement maksimum analisis Respon Spektrum untuk arah X memenuhi syarat karena mendapatkan hasil  $0,006 \leq 0,215$  sedangkan untuk arah Y tidak memenuhi syarat karena mendapat nilai  $0,285 \geq 0,215$ .
5. Untuk analisis pushover untuk arah X mendapatkan hasil maksimum arah X =  $0,280 \geq 0,215$  sedangkan untuk arah Y mendapat nilai  $0,004 \leq 0,215$ .
6. Berdasar evaluasi kinerja menurut ATC-40 level kinerja gedung tergolong pada ***Damage Control***.

#### Saran

1. Agar nantinya setiap gedung yang akan dibangun atau gedung-gedung yang sudah lama dan sudah terkena dampak gempa di kawasan-kawasan yang rawan gempa seperti di Aceh, juga dilakukan analisis terhadap struktur bangunannya untuk mendalami perilaku seismik gedung agar didapat bangunan yang aman, kuat, kokoh, dan tahan terhadap gempa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budi, A., 2011, Evaluasi kinerja seismic struktur beton dengan analisis pushover prosedur A dengan menggunakan program ETABS v 9.5.0. Universitas Sebelas Maret.
- Clough, R.W., and Penzien, J., 1975, DynamicsofStructures, McGraw-Hill, Inc. New York.
- Nurdianti, U., 2013, Studi keandalan struktur gedung tinggi tidak beraturan menggunakan pushover analisis pada tanah medium. Universitas Hasanuddin
- Purnomo, E., 2014, Analisis kinerja struktur pada gedung bertingkat dengan analisis dinamik respon spektrum menggunakan software ETABS v 9.5.0 (Studikusus : Bangunan hotel di Semarang) Universitas Sebelas Maret.
- Pranata, Y.A., 2006, Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Pushover Analisis (Sesuai ATC-40, FEMA 356, dan FEMA 440), Jurnal Teknik Sipil, vol.3, no.1, pp. 41 – 52.
- Pranata, Y. A., 2008, Kajian daktalitas struktur gedung beton bertulang dengan analisis riwayat waktu dan analisis beban dorong. Jurnal Teknik Sipil, vol.8, no.3, pp. 250 - 263.
- Riski, A.D.D., 2014, Analisis Kinerja Struktur Gedung Asrama Putri Aceh Barat Terhadap Gempa Kobe. Universitas Teuku Umar.
- SNI03-1726-2002. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung. Bandung 2002.

SNI1726-2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung. Bandung 2012.

Saito, T., 2011, STERA 3D Technical Manual Ver. 3.2, Building Research Institute, Japan.