

PEMBENTUKAN GELOMBANG SINOSOIDAL SEBAGAI BEBAN GEMPA UNTUK EVALUASI DINAMIK *TIME HISTORY ANALYSIS* (STUDI KASUS: GEDUNG SEKOLAH MENENGAH ATAS YAYASAN PEMBANGUNAN LABORATORIUM PADANG)

Alghifari Salman Ayashi¹, Eka Juliafad²

¹Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

²Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: alghifarisalmanayashi@gmail.com, ekajuliafad@ft.unp.ac.id

Abstrak: Evaluasi bangunan menjadi salah satu point penting untuk untuk menentukan keberlanjutan fungsi suatu gedung atau bangunan. Secara umum evaluasi eksisisting gedung dibagi menjadi 2 cara pengujian yaitu dengan cara static dan dinamik, serta melakukan pengujian destruktif dan nondestruktif test. Masing masing pengujian mempunyai beberaa cara pengujian dan juga mempunyai factor utama sebagai bahan uji dari kelayakan tersebut, begitu juga dengan evaluasi dinamik yang menggunakan metode time history. Time history sendiri merupakan pengujian berbasis sedikitnya menggunakan 5 data rekaman gempa yang telah terjadi dan harus memenuhi syarat kemiripan karakteristik tanahnya, setelah mendapatkan data yang sesuai kemudian data - data tersebut dijadikan satugelombang untuk diujikan. Keberagamanya karakteristik tanah yang ada membuat seorang evaluator menghadapi tantangan baru untuk menemukan data rekaman yang telah terjadi. Gelombang sinusoidal dapat menggantikan gelombang gempa yang telah terjadi dima memperhatikan *Peak Ground Acceleration* sebagai titik puncak dari gelombang.

Kata Kunci: Gempa, Assesmen Dinamik, *Analisis Time History*, Gelombang Sinusoidal.

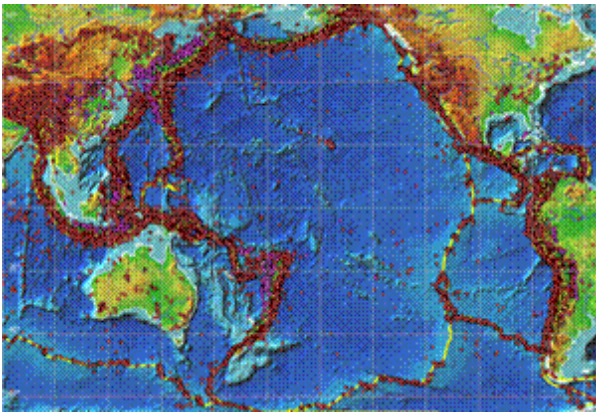
Abstract: Building evaluation becomes one of the most important points for determining the functional sustainability of a building. In general, the evaluation of existing buildings is divided into two methods of testing: static and dynamic, as well as conducting destructive and non-destructive testing. Time history itself is a test based on at least five earthquake recorded data points that have occurred and must comply with the conditions of similarity of the characteristics of the land. After obtaining the correct data, the data is used as a wave to be tested. The diversity of existing land characteristics makes an evaluator face the new challenge of consolidating recorded data that has occurred. Sinusoidal waves can replace the earthquake waves that have occurred by observing Peak Ground Acceleration as the peak of the wave.

Keyword: Earthquake, Dynamic Assessment, Time History Analysis, Sinusoidal Waveform.

PENDAHULUAN

Negara kesatuan republik Indonesia merupakan negara kepulauan yang secara geografis berada diantara Benua Asia dan Australia serta diapit oleh Samudra Hindia dan Pasifik. Indonesia juga berada pada deretan gunung berapi aktif *Ring Of fire* yang merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan

Pasifik sehingga menyebabkan Indonesia memiliki potensi terjadinya gempa bumi yang cukup tinggi. Pada (Gambar 1) diperlihatkan bagaimana jalur gempa bumi di indonesia.



Gambar 1 Lajur Gempa Bumi Indonesia

Banyak gempa bumi yang terjadi di Kota Padang, salah satunya gempa terbesar yaitu di tahun 2009 dengan kekuatan gempa 7.6 SR dan di tahun 2007 dengan kekuatan 8.4 SR. Gempa di tahun 2007 merupakan rekor 700 tahun siklus super megathrust sumatera dan menunjukkan bahwa gempa bumi 8.4 SR. merupakan awal dari episode kegagalan dari lempengan bumi di Mentawai. Hal ini bukan salah satu yang mendapatkan perhatian lebih dari pemerintah indonesia (Juliafad,2017).

Gedung Sekolah Menengah Atas (Gambar 2) Pembangunan Laboratorium merupakan salah satu Gedung dari Yayasan Pendidikan Pembangunan Laboratorium Universitas Negeri Padang, merupakan sekolah yang dibina langsung oleh Universitas Negeri Padang.



Gambar 2 Gedung SMA Pembangunan Laboratorium

Pembangunan gedung SMA ini dilaksanakan pada tahun 2012. Selain Gedung SMA, pada pelaksanaan pembangunan gedung ini juga dibangun tiga bangunan yang lain yaitu gedung SD, SMP, dan juga SMK (Fakultas Psikologi dan Kesehatan UNP) Pembangunan Laboratorium Universitas Negeri Padang.

Evalusi struktur bangunan merupakan pemeriksaan terhadap Gedung eksisting yang berfokus pada analisis keandalan struktur bangunan pasca gempa dengan berdasarkan aturan SNI 03-1726-2019. Pemeriksaan struktur bangunan dapat dilakukan menggunakan metode 2 cara yaitu dengan cara merusak bagian strukturnya (*Destructive Test*) dan dengan cara tanpa merusak bagian struktural (*Non Destructive Test*).

Metode evaluasi tanpa merusak bagian struktur salah satunya dapat dilihat secara visual dan juga dapat dilakukan menggunakan metode *Time History*.

Dikarenakan dalam tahapan metode evaluasi *Time History* membutuhkan setidaknya 5 data perekaman ground motion yang telah terjadi maka pada penelitian ini data data tersebut digantikan dengan membentuk gelombang sinusoidal, agar mempermudah langkah pengerjaan evaluasi.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Data Bangunan

1. Pengambilan Data *Primer*

- Pengecekan tulangan menggunakan *Rebar Scanner* Rebar scanner pada prinsip dasar penggunaannya mampu mendeteksi susunan tulangan pada suatu bagian struktur. Selain mengetahui susunan tulangan rebar scanner juga mampu mengetahui ketebalan slimut beton dengan mendeteksi jarak bagian tulangan terluar suatu bagian struktu dengan permukaan beton yang terlihat.
- Pengecekan mutu beton dengan menggunakan hammer test Hammer test dilakukan dengan cara menembakan alat rebound hammer, pada bidang uji.

2. Pengambilan Data *Secunder*

- Meminta gambar pelaksanaan proyek pembangunan kepada pihak pemilik gedung
- Penambahan beban yang berkerja pada bangunan dengan bantuan aplikasi SAP 2000 berdasarkan SNI 1727 – 2020 dan PPURG 1987
- Pembentukan gelombang sinusoidal

Membuat Permodelan SMA

Penelitian ini menggunakan bantuan applikasi SAP 2000 dengan sebagai inputan permodelan dari data teknis yang didapatkan sesuai dengan kondisi *Eksisting*.

Pembebanan

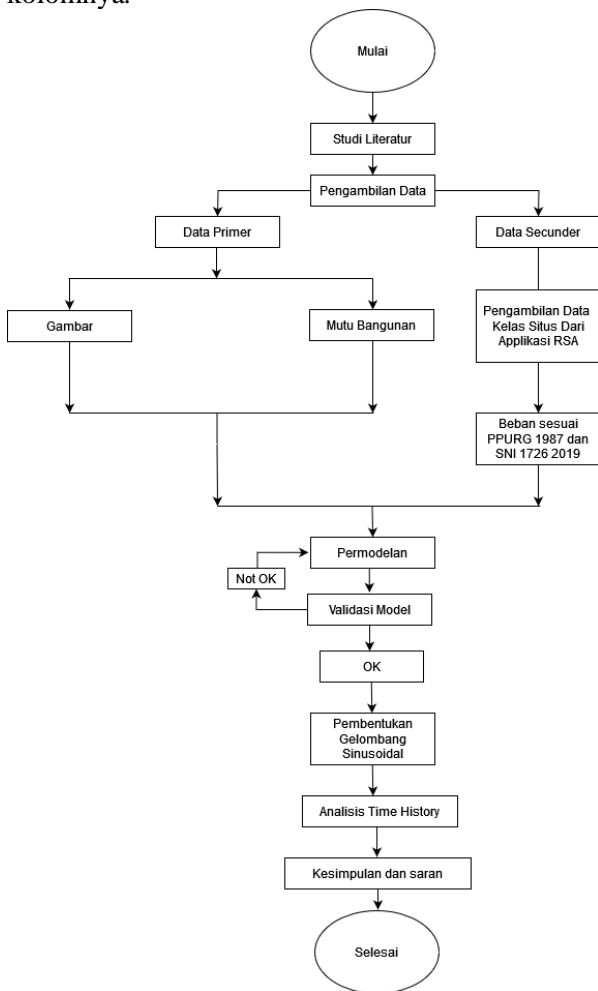
Pembebanan merupakan penambahan gaya gaya yang bekerja pada setiap elem struktur yang di masukan berdasarkan SNI 1727-2020 dan PPURG 1987.

Validasi Pemodelan

Sebagai bentuk validasi maka hasil yang di dapat dari Aplikasi SAP 2000 akan dibandingkan secara teoritis dengan cara menghitung semua beban mati dari bangunan SMA, yaitu elemen (kolom, balok, dan pelat).

Analisis Time History.

Setelah dilakukan pengujian struktur pada aplikasi SAP 2000 menggunakan analisis dinamik *Time History* maka dilakukan evaluasi terhadap elemen struktur (kolom, balok, dan plat) serta simpangan antar lantainya apakah dapat memikul beban rencana atau tidak. Selain mengacu pada simpangan antar lantai bagian yang dapat dihasilkan kurva respon *histeretik* salah satu kolomnya.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Umum Gedung

- Nama Gedung : SMA Yayasan Pembangunan Laboratorium Padang
- Fungsi Gedung : Gedung Sekolah (Fasilitas Pendidikan)

- Lokasi : Komplek Universitas Negeri Padang
- Jumlah Lantai : 4 lantai
- Tinggi Gedung : 14,10 m
- Lebar Gedung : 41 m
- Panjang Bangunan : 50 m
- Struktur Bangunan : Struktur beton bertulang
- Material Bangunan : Beton dan Tulangan baja
- Tinggi tiap lantai
 - 1) *Base – 2nd floor* : 4 m
 - 2) *2nd floor – 3rd floor* : 4 m
 - 3) *3rd floor – Roof* : 4 m
 - 4) *Roof – Top Crown* : 2,1 m

2. Data Struktur Bangunan

Data struktur bangunan didapatkan dengan cara menggabungkan data *primer* (*eksisting* Gedung) dan juga data *seconder* berupa gambar *Drawing Enginerring Design*

Table 1 Dimensi dan Mutu Kuat Tekan Balok

Jenis Balok	Dimensi	Leta k	Tulangan Utama	Seng kang	Kuat Tekan (MPa)		
A	25 x 65	Tum puan	Atas	6 D19	8 – 10	42	
			Pinggang	2 10	10		
			Bawah	2 D19	–		
		Lapa ngan	Atas	2 D19	10		38
			Pinggang	2 10	– 20		
			Bawah	5 D19	–		
B	25 x 65	Tum puan	Atas	5 D19	8 – 10	46	
			Pinggang	2 10	10		
		Lapa ngan	Atas	2 D19	10		47
			Pinggang	2 10	– 20		
		Tum puan	Atas	5 D16	7,5 – 10		46
			Pinggang	2 D16	–		
C	25 x 40	Tum puan	Atas	3 D16	10 – 15	47	
			Pinggang	2 D16	10		
			Bawah	2 D16	– 20		
		Lapa ngan	Atas	2 D16	10		47
			Pinggang	2 D16	– 20		
			Bawah	5 D16	–		
D	20 x 40	Tum puan	Atas	3 D16	10 – 15	47	
			Pinggang	2 D16	10		
		Lapa ngan	Atas	2 D16	10		47
			Pinggang	2 D16	– 20		
		Tum puan	Atas	3 D16	10 – 15		47
			Pinggang	2 D16	10		

Table 2 Dimensi dan Kuat Tekan Kolom

Jenis Kolom	Dimensi (mm)	Letak	Tulangan Utama	Sengkang	Kuat Tekan (MPa)
K1	40 x 40	Tumpuan	20 D22	10 - 10	45
		Lapangan	20 D22	15 - 15	
K2	40 x 40	Tumpuan	16 D22	10 - 10	45
		Lapangan	16 D22	15 - 15	
K3	40 x 40	Tumpuan	12 D22	10 - 10	45
		Lapangan	12 D22	15 - 15	

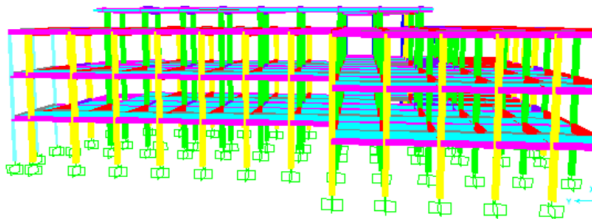
Table 3 Beban Mati yang Bekerja

Jenis Beban	Berat Jenis
Beton Bertulang	2400 kg/m ³
Baja Tulangan	7850 kg/m ³
Penutup Lantai Keramik	24 kg/m ²
Dinding Pasangan Bata Merah 1/2 Bata	250 kg/m ²
MEP	25 kg/m ²
Plafond	11 kg/m ²
Langit-langit dan Penggantung	18 kg/m ²
B. Pasir	16 kg/m ²
B. Spesi	21 kg/m ²

Table 4 Beban Hidup yang Bekerja

Jenis Beban	Berat Jenis
Ruang Kelas	192 Kg/m ²
Koridor di Atas Lantai Pertama	383 Kg/m ²
Ruang Komputer	479 Kg/m ²
Ruang Baca	287 Kg/m ²
Ruang penyimpanan	718 Kg/m ²
Semua Ruang Kecuali	192 kg/m ²
Tangga	
Gudang	600 Kg/m ²
Atap Bukan Untuk Hunian	96 kg/m ²
Panggung Pertemuan	479
Kursi yang Dapat Dipindahkan	479

3. Permodelan Struktur

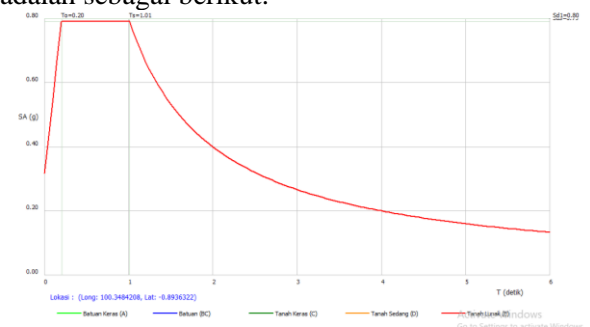


Gambar 4 Permodelan gedung SMA Menggunakan aplikasi SAP 2000

4. Pembebanan

Beban yang bekerja pada model dalam aplikasi SAP 2000 daterbagi antarlain beban mati, beban hidup, dan juga beban gempa dalam bentuk grafik sinusoidal yang dibentuk berdasarkan PGA dari situs asli.

Sebelum pembuatan gelombang sinusoidal dibutuhkan data Peak Ground Accelerations yang dapat diperoleh dari Respon Spektrum kelas situs. Data yang didapat selain nilai PGA adalah sebagai berikut:



Gambar 5 Respon Spektrum SMA

Adapun parameter respon spektrum yang digunakan adalah:

- PGA = 0,58 g
- PGAm = 0,649 g
- SS = 1,446 g
- S1 = 0,6 g
- TL = 20 detik
- Fa = 0,821
- Fv = 2
- T0 = 0,201 detik
- Ts = 1,01 detik
- Sds = 0,792139 g
- Sd1 = 0,80 g

5. Pembentukan Sinusoidal

$$\alpha = \text{PGA} * \text{SIN}(\omega t + \text{RADIAN sudut})$$

$$\omega = 2 * \pi * f$$

$$\omega = 2 * 3,14 * 1$$

$$= 6.28$$

$$\text{Pga} = 0.58$$

$$\text{Sudut} = 0$$

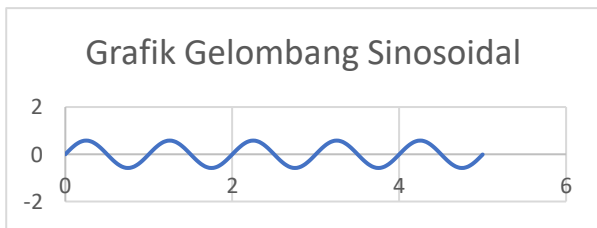
Dengan hasil berupa table berikut:

Table 5 Variabel Pembentukan Gelombang Sinusoidal

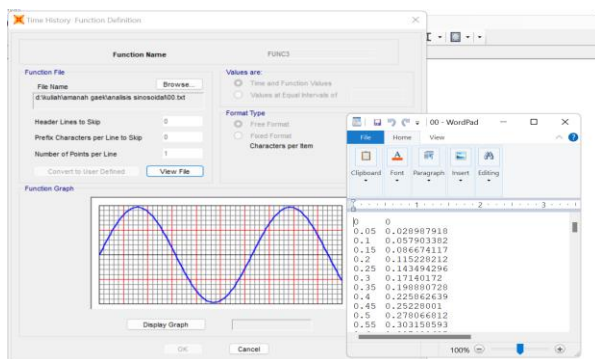
waktu	α
0	0
0.05	0.179142
0.1	0.340766
0.15	0.469067
0.2	0.63945
0.25	0.796332
0.3	0.953215
0.35	1.110097
0.4	1.26698
0.45	1.423862
0.5	1.580745
0.55	1.737627
0.6	1.89451
0.65	2.051392
0.7	2.208275
0.75	2.365157
0.8	2.52204
0.85	2.678922
0.9	2.835804
waktu	α
0.95	2.992687
1	3.149569
1.05	3.306452
1.1	3.463334
1.15	3.620217
1.2	3.777099
1.25	3.933982
1.3	4.090864
1.35	4.247747
1.4	4.404629
1.45	4.561512
1.5	4.718394
1.55	4.875277
1.6	5.032159
1.65	5.189042
1.7	5.345924
1.75	5.502806
1.8	5.659689

1.85	5.816571
1.9	5.973454
1.95	6.130336
2	6.287219
2.05	6.444101
2.1	6.600984
2.15	6.757866
2.2	6.914749
2.25	7.071631
2.3	7.228514
2.35	7.385396
2.4	7.542279
2.45	7.699161
2.5	7.856044
2.55	8.012926
2.6	8.169808
2.65	8.326691
2.7	8.483573
2.75	8.640456
2.8	8.797338
2.85	8.954221
2.9	9.111103
2.95	9.267986
3	9.424868
3.05	9.581751
3.1	9.738633
3.15	9.895516
3.2	10.0524
3.25	10.20928
3.3	10.36616
3.35	10.52305
waktu	α
3.4	10.67993
3.45	10.83681
3.5	10.99369
3.55	11.15058
3.6	11.30746
3.65	11.46434
3.7	11.62122
3.75	11.77811
3.8	11.93499
3.85	12.09187
3.9	12.24875
3.95	12.40564
4	12.56252
4.05	12.7194
4.1	12.87628
4.15	13.03317
4.2	13.19005

4.25	13.34693
4.3	13.50381
4.35	13.66069
4.4	13.81758
4.45	13.97446
4.5	14.13134
4.55	14.28822
4.6	14.44511
4.65	14.60199
4.7	14.75887
4.75	14.91575
4.8	15.07264
4.85	15.22952
4.9	15.3864
4.95	15.54328
5	15.70017



Gambar 6 Grafik Sinusoidal



Gambar 7 Inputan Beban Gempa dalam Bentuk Grafik Sinusoidal

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa Gedung Sekolah Menengah Atas Yayasan Pembangunan Laboratorium Universitas negeri padang masih dalam kategori layak terhadap beban gempa rencana sinusoidal yang diujikan hal ini dapat dilihat dari tinjauan:

1. Data gelombang gempa yang digantikan oleh gelombang sinusoidal dapat digunakan dalam aplikasi SAP 2000

SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut saran dalam penelitian agar menjadi penelitian yang lebih baik untuk selanjutnya:

1. Diperlukannya validasi terkait nilai mutu bahan yang dicocokkan dengan data proyek berupa dokumen Mutu Pelaksanaan Kerja
2. Diperlukannya perkuatan pada beberapa titik balok
3. Untuk penelitian selajutnya bisa dilakukan skalasi nilai PGA diatas 1 kali dari nilai asli dikarenakan nilai beban gempa yang menggunakan asli PGA situs masih dalam kategori aman.

DAFTAR PUSTAKA

Juliafad, E., & Gokon, H. (2017). Study on The Environmental System towards The Development of Assessment Tools for Disaster Reduction of Reinforced Concrete Building due to Future Mega-Earthquake in Padang City, I.. After Fire Reinforced Concrete Modeling View project Development of Assessment Tool for Disaster Reduction of Reinforced Concrete Building View project.

<https://doi.org/10.11188/seisankenkyu.69.351>

SNI 1726. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta.

SNI 1726. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta.

SNI 1727. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta.

SNI 2847. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.

SNI, 1727. (2020). *Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta.

Uang C.M, Bertero V.V, 1988, *Implication of Recorded Earthquake Ground Motions on Seismic Design of Building Structures*, Earthquake Engineering Research Center, Report No. UCB/EERC-88/13

Wulandari, P. E. (2010). *Perilaku Struktur Komposit Bangunan Rumah Sakit Terhadap Respon Dinamik Analisis Riwayat Waktu (Time History) Non Linear*.