

TUGAS AKHIR

**ANALISIS RESPON STATIK DAN DINAMIK GEDUNG
PERPUSTAKAAN AKIBAT BEBAN GEMPA
BERDASARKAN SNI 1726-2019**

Disusun Guna Memenuhi Persyaratan Mata Kuliah Tugas Akhir Pada
Program Studi Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta

Oleh:

NAMA : MOHD HAFIZ

NPM : 1910015211103



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

TUGAS AKHIR

**ANALISA STATIK DAN DINAMIK GEDUNG PERPUSTAKAAN
AKIBAT BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI 1726-2019**

Oleh:

MOHD HAFIZ
1910015211103



Disetujui Oleh:

Pembimbing



Rita Anggraini, S.T., M.T

Penguji I



Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc (Eng)

Penguji II



Veronika, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI

TUGAS AKHIR

**ANALISA STATIK DAN DINAMIK GEDUNG PERPUSTAKAAN
AKIBAT BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI 1726-2019**

Oleh:

MOHD HAFIZ
1910015211103



Disetujui Oleh:

Pembimbing



Rita Anggraini, S.T., M.T



Pt. Dekan FTSP

Dr. Al Busyra Fuadi, S.T., M.Sc

Ketua Prodi Teknik Sipil



Indra Khaidir, S.T., M.Sc

**ANALISA RESPON STATIK DAN DINAMIK GEDUNG PERPUSTAKAAN
AKIBAT BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI 1726-2019**

**Mohd Hafiz¹⁾, Rita Anggraini²⁾
Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta**

Email: [1muhammadhafiz1313@gmail.com](mailto:muhammadhafiz1313@gmail.com) [2ritaanggraini@bunghatta.ac.id](mailto:ritaanggraini@bunghatta.ac.id)

ABSTRAK

Tingginya resiko terjadinya gempa menyebabkan banyaknya batasan dalam dibangunnya gedung tingkat tinggi di Kota Padang. Untuk melihat respon struktur ini dapat menggunakan metode Statik dan Dinamik. Sebagian peneliti mengatakan bahwa analisa statik lebih efisien digunakan dalam melihat respon struktur tingkat tinggi. Namun penelitian lain mengatakan bahwa analisa statik kurang persisi dan terdapat faktor lain yang menyebabkan Analisa statik ini kurang efisien. Oleh sebab itu, penulis menganalisis respon struktur ini akibat beban gempa berdasarkan SNI 1726-2019. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan antara analisa statik dengan dinamik berdasarkan hasil *displacement* dan *base shear*. Setelah dilakukan perbandingan dan pembahasan, penelitian ini mendapatkan hasil analisa dinamik lebih efisien diterapkan dalam melihat respon struktur tingkat tinggi. Didapatkan hasil *displacement* dan *base shear* analisa dinamik sebesar 94% dan 81% dari analisa statik sebesar 6% dan 19%.

Kata Kunci: Statik, Dinamik, Beban Gempa, Respon Struktur, Displacement

Pembimbing



Rita Anggraini, S.T., M.T

**STATIC AND DYNAMIC RESPONSE ANALYSIS OF LIBRARY
BUILDINGS DUE TO EARTHQUAKE LOAD BASED ON SNI 1726-2019**

Mohd Hafiz¹⁾, Rita Anggraini²⁾

**Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning
Hatta University**


Email: 1muhammadhafiz1313@gmail.com 2ritaanggraini@bunghatta.ac.id

ABSTRACT

The high risk of earthquakes causes many restrictions in the construction of high-rise buildings in Padang City. To see the response of this structure can use the Static and Dynamic methods. Some researchers say that static analysis is more efficient in looking at the response of high-level structures. But other studies say that static analysis is less precise and there are other factors that cause static analysis to be less efficient. Therefore, the author analyzes the response of this structure due to earthquake load based on SNI 1726-2019. This study was conducted by comparing static and dynamic analysis based on *displacement* and *base shear* results. After comparison and discussion, this study obtained the results of dynamic analysis more efficiently applied in looking at high-level structural responses. The results of *displacement* and *base shear* dynamic analysis were obtained by 94% and 81% from static analysis by 6% and 19%.

Keywords: Static, Dynamic, Earthquake Load, Structure Response, Displacement

Supervisor



Rita Anggraini, S.T., M.T

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur.....	6
2.2 Konsep Analisis Bangunan Tahan Gempa	6
2.3 Dinding Geser/Shear Wall	8
2.4 Analisis Pembebanan.....	9
2.4.1 Teori perhitungan Beban Gravitasi	9
2.4.2 Teori Perhitungan Beban Gempa.....	15
2.5 Karakteristik Gempa	35
2.6 Perhitungan Koefisien Respon Seismik.....	36
2.7 Metode Analisis Gaya Gempa.....	37
2.6.1 Analisa Statik (Lateral Ekuivalen).....	37
2.6.2 Analisa Dinamik (Respon Spektrum)	37
2.7 Menentukan Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	38
2.8 Menentukan Distribusi Horizontal Gaya Gempa.....	38
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
3.1 Tahapan Analisis	39
3.1.1 Studi Literatur	40
3.1.2 Pengumpulan Data	40
3.1.3 Analisa Pembebanan.....	40
3.1.4 Pemodelan Struktur.....	40

3.1.5 Cek desain Pemodelan	41
3.1.6 Analisa Statik dan Dinamik	42
3.1.7 Analisis Kinerja Struktur	42
3.1.8 Hasil dan Pembahasan	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Informasi Struktur Gedung.....	43
4.1.1 Data Umum Struktur.....	43
4.1.2 Data Teknis Elemen Struktur.....	45
4.2 Perhitungan Beban Gravitasi	48
4.2.1 Beban Mati.....	48
4.2.2 Beban Hidup	50
4.3 Pemodelan Struktur.....	50
4.4 Pemeriksaan Struktur Terhadap Batasan SNI 1726:2019	54
4.4.1 Pemeriksaan Mode Shape Bangunan.....	54
4.4.2 Pemeriksaan Partisipasi Massa	56
4.4.3 Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat.....	57
4.4.4 Pengecekan Pengaruh P-delta	59
4.4.5 Ketidakteraturan Horizontal.....	59
4.4.6 Ketidakteraturan Vertikal.....	61
4.4.7 Ketidakteraturan Geometri Vertikal.....	62
4.4.8 Konsekuensi Ketidakteraturan Pada Struktur	63
4.5 Perhitungan Analisa Gempa.....	64
4.5.1 Analisa Dinamik (Respon Spektrum)	64
4.5.2 Analisa Statik (Lateral Ekuivalen).....	74
4.6 Hasil Analisis Statik dan Dinamik	80
4.6.1 Hasil Displacement Analisa Statik dan Dinamik.....	80
4.6.2 Pembahasan Hasil Displacement Analisa Statik dan Dinamik.....	82
4.6.3 Hasil Gaya Base Shear Analisa Statik dan Dinamik.....	83
4.6.4 Pembahasan Hasil Gaya Base Shear Analisa Statik dan Dinamik	85

BAB V PENUTUP	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA.....	xi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Respon spektra percepatan pendek S_s , percepatan 0,2 detik	18
Gambar 2. 2	Respon spektra percepatan pendek S_s , percepatan 1 detik	19
Gambar 2. 3	Grafik respon spektrum	38
Gambar 3. 1	Flow Chart tahapan analisis	39
Gambar 4. 1	Denah lantai 1 Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang	43
Gambar 4. 2	Tampak Potongan A-A dan B-B Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang.....	44
Gambar 4. 3	Respon Spektra Percepatan Pendek (S_s), Percepatan 0,2 detik.....	67
Gambar 4. 4	Respon Spektra Percepatan Pendek (S_1), Percepatan 1 detik	68
Gambar 4. 5	Spektrum Respon Desain	73
Gambar 4. 6	Denah Lantai 1 Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang.....	51
Gambar 4. 7	Denah Lantai 2 Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang.....	51
Gambar 4. 8	Denah Lantai 3-5 Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang .	52
Gambar 4. 9	Denah Lantai 6 Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang.....	52
Gambar 4. 10	Denah Lantai 7 Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang...	53
Gambar 4. 11	Tampak Pemodelan 3D	53
Gambar 4. 12	Potongan Memanjang Grid C	54
Gambar 4. 13	Potongan Melintang Grid 4	54
Gambar 4. 14	Mode Shape Modal 1	55
Gambar 4. 15	Mode Shape Modal 3	56
Gambar 4. 16	Mode Shape Modal 4	56
Gambar 4. 17	Ketidakteraturan Torsi 1a dan 1b	60
Gambar 4. 18	Ketidakteraturan sudut dalam.....	60
Gambar 4. 19	Ketidakteraturan Geometri Vertikal	62
Gambar 4. 20	Grafik Displacement Arah X.....	81
Gambar 4. 21	Grafik Displacement Arah Y	82
Gambar 4. 22	Grafik Base Shear Arah X.....	84
Gambar 4. 23	Grafik Base Shear Arah Y	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Beban hidup terdistribusi merata minimum.....	10
Tabel 2. 2 Kategori Risiko	16
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa	18
Tabel 2. 4 Parameter Kelas Situs	19
Tabel 2. 5 Koefisien Situs, Fa	20
Tabel 2. 6 Koefisien Situs, Fv	21
Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter Respon Percepatan Periode Pendek.....	22
Tabel 2. 8 Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	22
Tabel 2. 9 Tabel parameter struktur	23
Tabel 2. 10 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	29
Tabel 2. 11 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur	31
Tabel 2. 12 Analisis Gaya Lateral.....	33
Tabel 2. 13 Nilai parameter percepatan respon spektral desain Cu	34
Tabel 2. 14 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x	34
Tabel 4. 1 Dimensi kolom Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang	45
Tabel 4. 2 Dimensi balok Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang	46
Tabel 4. 3 Dimensi balok Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang	47
Tabel 4. 4 Dimensi balok Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang	47
Tabel 4. 5 Beban Mati Dak Beton.....	48
Tabel 4. 6 Beban Mati Pelat Lantai.....	48
Tabel 4. 7 Beban Mati Balok	49
Tabel 4. 8 Beban Dinding	50
Tabel 4. 9 Beban Hidup (Live Load)	50
Tabel 4. 10 Kategori Resiko.....	65
Tabel 4. 11 Faktor Keutamaan Gempa	67
Tabel 4. 12 Perhitungan Nilai Standart Penetration Resistance Rata-Rata.....	69
Tabel 4. 13 Koefisien Situs, Fa	70
Tabel 4. 14 Koefisien Situs, Fv.....	70

Tabel 4. 15 Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter Respon Percepatan Periode Pendek.....	71
Tabel 4. 16 Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik.....	72
Tabel 4. 17 Mode Shape Struktur	55
Tabel 4. 18 Mass Partisipation	57
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Simpangan Antar Tingkat	58
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Hasil Analisa Perhitungan Efek P-delta.....	59
Tabel 4. 21 Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi	60
Tabel 4. 22 Pemeriksaan Ketidakberaturan Sudut Dalam	61
Tabel 4. 23 Ketidakberaturan Berat Struktur	61
Tabel 4. 24 Pemeriksaan Ketidakberaturan Geometri Vertikal	62
Tabel 4. 25 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	74
Tabel 4. 26 Nilai Parameter percepatan spectral desain C_u	75
Tabel 4. 27 Berat Struktur bangunan tiap lantai	77
Tabel 4. 28 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah X	79
Tabel 4. 29 Distribusi Gaya Gempa Statik Eivalen Arah Y	79
Tabel 4. 30 Menhitung Distribusi Horizontal Gaya Seismik.....	80
Tabel 4. 31 Hasil Displacement portal Analisa Statik dan Dinamik.....	80
Tabel 4. 32 Hasil Base Shear Antar Lantai Analisa Statik dan Dinamik.....	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumatra Barat merupakan daerah yang rawan akan terjadinya rawan gempa dan juga pernah terjadinya gempa yang sangat dahsyat yang mengakibatkan banyak menimbulkan korban jiwa didalamnya. Oleh sebab itu, maka di Kota Padang sendiri mempunyai batas tinggi dan batas jumlah tingkatan maksimum dalam pembangunan struktur gedung tingkat tinggi mengingat gempa yang rawan terjadi didaerah ini. Gempa terjadi karena adanya pelepasan energi regangan elastis batuan pada lapisan litosfer, dimana semakin besar energi yang dilepaskan maka semakin kuat gempa yang dihasilkan. Hal tersebut menyebabkan tanah bergerak, maka akan menyebabkan bangunan diatasnya pun ikut merespon Gerakan tersebut (Alfian Wiranata Zebua, 2018).

Dalam penelitian Matahari Tarigan (2016) untuk melihat sejauh mana keakuratan analisis statik ekuivalen terhadap suatu struktur terhadap beban gempa berdasarkan bentuk dari struktur, tampak hasil yang diperoleh dari penelitian ini bahwa analisis statik ekuivalen lebih akurat digunakan dibandingkan dengan analisis dinamik pada struktur beraturan sudut dalam 10%. Sedangkan untuk struktur tidak beraturan 40% analisis statik ekuivalen diperoleh tidak akurat karena nilai respon struktur yang lebih kecil yang mana respon struktur yang ditinjau adalah displacement, simpangan antar lantai, serta momen balok dan kolom. Kemudian menurut Fauziah Nasution (2017) untuk meninjau tingkat keakuratan analisis statik ekuivalen dan dinamik respon spektrum terhadap struktur beraturan dan tidakberaturan dengan variasi massa yang mana menurutnya analisis statik ekuivalen masih akurat digunakan pada struktur beraturan dan tidakberaturan dengan variasi massa 200%, 350% dan 500% dikarenakan memiliki nilai respons parameter dari struktur yang lebih besar dibandingkan dengan spektrum respons, dengan respons parameter yang ditinjau adalah base shear dan displacement, menurutnya nilai base shear dan displacement tidak berbeda jauh hasilnya dari yang dianalisis dengan analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik ragam

spektrum respons, dengannya analisis statik ekuivalen masih dapat digunakan pada bangunan 7 tingkat akan tetapi lebih akurat dianalisis secara dinamik.

Akan tetapi, didalam penelitian Reky S Windah (2016) untuk membandingkan hasil dari metode statik ekuivalen dan dinamik respon spektrum dengan berdasarkan SNI 1726-2012, menurutnya dalam SNI 1726-2012 menyebutkan Analisa statik tersebut kurang presisi atau kurang teliti untuk berbagai macam struktur yang akan dibangun dikarenakan banyaknya batasan-batasan yang diberikan dalam analisis statik ekuivalen berakibat nilai base shear dan displacement nya menjadi kurang teliti. Tidak hanya itu, munculnya SNI terbaru yaitu SNI 1726-2019 yang menyebabkan beberapa perubahan yang diantaranya perubahan nilai koefisien situs, nilai S_s dan S_i , serta perubahan nilai parameter perhitungan respon spektrum. Terlebih lagi menurut Yucha Al-Kautsar (2019) menyebutkan bahwa SNI 1726-2012 dirasa tidak sesuai diaplikasikan sebagai pedoman perencanaan struktur tahan gempa karena mengingat terjadinya gempa-gempa besar di Indonesia diatas tahun 2012, menurutnya antara SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 terdapat perubahan respon spektrum gempa yang mana terjadi kenaikan dan penurunan pada masing-masing daerah.

Berhubungan dengan sedang dibangunnya gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang yang memiliki jumlah tujuh lantai yang hitungannya termasuk bangunan tingkat tinggi dikota Padang. Dengan demikian, untuk melihat respon bangunan tersebut digunakan dua analisis yakni Analisa Statik dan Analisa Dinamik. Diantara kedua jenis analisis tersebut tentu terdapat kelebihan diantara masing-masing Analisa tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa dalam Analisa pun harus memakai Analisa yang tepat.

Dengan demikian penulis bersedia untuk melakukan penelitian untuk melihat respon struktur portal tujuh lantai di daerah Kota Padang dengan membandingkan hasil dari Analisa Statik (Gaya Lateral Ekuivalen) dan Analisa Dinamik (Spektrum Respon) terhadap gempa. Oleh sebab itu, penulis mengangkat topik **“Analisis respon Statik dan Dinamik Gedung Perpustakaan Akibat Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726-2019”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana respon struktur yang terjadi akibat beban gempa dengan analisis statik dan dinamik.
2. Bagaimana displacement antar tingkat dan Base Shear yang terjadi pada struktur akibat beban gempa.
3. Bagaimana perbandingan hasil dari dua metode yang telah dihitung.

1.3 Maksud dan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka maksud dan tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui respon struktur yang terjadi akibat beban gempa yang akan dianalisa dengan metode gaya lateral ekuivalen (statik) dan metode spektrum respons ragam (dinamik).
2. Melihat displacement antar tingkat dan Base Shear yang terjadi pada struktur akibat beban gempa.
3. Menentukan perbandingan hasil dari kedua metode analisis.

1.4 Batasan Masalah

Adapun penelitian ini dibatasi dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Analisa perhitungan akibat gaya gempa berdasarkan SNI 1726-2019
2. Metode Analisa yang digunakan dalam perhitungan adalah gaya lateral ekuivalen dan Analisa spektrum respons ragam.
3. Gedung perpustakaan yang ditinjau adalah gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang.
4. Hanya mengkaji perhitungan pada struktur terhadap displacement dan Base Shear (base shear).
5. Masalah yang akan ditinjau adalah respons struktur Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang.
6. Dimensi (kolom dan balok, jarak serta elevasi pada portal berdasarkan desain perencanaan dan Analisa struktur yang dilakukan adalah struktur atas.

7. Menggunakan program analisis struktur yaitu ETABS
8. Beban-beban juga merupakan pemodelan saja tetapi dengan angka yang cukup relevan dan merujuk pada peraturan pembebanan untuk Gedung yang berlaku tanpa mereduksi beban hidup. Dengan bangunan diasumsikan mempunyai redaman sebesar 5% (Jurnal Sipil ISSN: 2337-6732)

1.5 Sistematika Penulisan

Agar penulisan tugas akhir ini teratur, sistematis dan tidak menyimpang maka secara keseluruhan penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, maksud dan tujuan, batasan pembahasan, metodologi penelitian, landasan teori dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas mengenai dasar teori yang diperlukan dalam penulisan, diantaranya dasar teori analisis statik dan dinamik, serta penjelasan secara umum perhitungan beban gempa sesuai SNI 1726-2019 yang digunakan sebagai acuan dalam menganalisis struktur gedung Perpustakaan Universitas Negeri Padang

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang prosedur perhitungan beban gempa sesuai SNI 1726-2019 dan analisis struktur dengan metode analisis gaya lateral ekuivalen (statik) dan spektrum respons ragam (dinamik) untuk mengetahui respon struktur.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang software yang digunakan dalam analisis struktur, pemodelan struktur 3D, perhitungan beban gempa sesuai SNI 1726-2019 dan analisis struktur dengan gaya lateral ekuivalen (statik) dan spektrum respons ragam (dinamik) untuk mengetahui respon struktur ketika disimulasikan dengan pemakaian beberapa getaran gempa di dunia.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari analisis perhitungan beban gempa sesuai SNI 1726-2019 dan analisis struktur dengan gaya lateral ekuivalen (statik) dan spektrum respons ragam (dinamik) untuk mengetahui respon struktur.