

EVALUASI KINERJA STRUKTUR PADA GEDUNG JAMALIAH YAYASAN SYAFIATULAMALIAH MEDAN BERDASARKAN SNI 1726:2019

***Ridho Syahputra, Irwan, Ahmad Sumantri**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Indonesia

*Corresponding author: Ridho.syahputra2707@gmail.com

Abstrak

Perkembangan gedung vertikal menjadi suatu kebutuhan. Hal ini terbatasnya lahan salah satu faktor permasalahan khusus di daerah perkotaan, Rentannya struktur gedung vertikal mampu menahan gaya lateral pada gempa yang terjadi, Dalam penelitian ini menggunakan sistem rangka pemikul momen biasa tanpa sistem dinding geser. Tujuan penelitian mengetahui bagaimana cara mengevaluasi struktur menggunakan analisis dinamik metode respon spektrum pada SNI 1726:2019 digunakan untuk menganalisa gedung Jamaliah. Hasil analisa menunjukkan partisipasi massa ragam yaitu 91%-93%, gaya geser dasar nominal V_x yaitu 17103,46 kN dan V_y yaitu 17103,46 kN, waktu getar alami fundamental T_{cx} yaitu 1,793 s dan T_{cy} yaitu 1,832 s, gaya geser dasar terbesar arah x yaitu 3,46 mm dan y yaitu 15,92 mm, Simpangan antar lantai terjadi rata-rata arah x yaitu 197,76 mm dan arah y adalah 209,85 mm. Sehingga kerusakan struktur bangunan dianggap lebih besar ketika terjadi guncangan atau pergerakan struktur bangunan akibat beban lateral pada beban gempa yang terjadi. Sehingga sistem rangka pemikul momen biasa tanpa dinding geser yang terletak di inti bangunan pada permodelan ETAB S2016v2.1 dianggap tidak efektif menahan gaya lateral pembebanan gempa SNI 1726:2019.

Kata-Kata Kunci : Respon Spektrum; Rasio Simpangan Antar Lantai; Gaya Geser Dasar

I. Pendahuluan

Berdasarkan letak geografis, Indonesia merupakan daerah rawan gempa bumi vulkanik dan tektonik yang dilalui oleh 3 lempeng tektonik dan Indonesia memiliki banyak gunung berapi yang masih aktif. Tahun 2019 terakhir BMKG mencatat lebih dari 17 gempa bumi yang merusak di Indonesia salah satunya gempa yang terjadi di wilayah Maluku, Banda, Banten dan Laut Banda pada 24 Juni 2019 dengan magnitude 6,9 dan 7,3, gempa yang memicu tsunami dan likuifaksi serta ribuan bangunan runtuh maupun rusak. Perencanaan struktur gedung untuk menghasilkan suatu bangunan yang aman, nyaman, kuat, efisien dan ekonomis, konstruksi gedung harus mampu menahan beban dan gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi itu sendiri, sehingga bangunan atau struktur gedung aman dalam jangka waktu yang direncanakan. Salah satu komponen yang berperan penting pada struktur bangunan adalah beton

Gedung sekolah Jamaliah Yayasan Syafiatul Amaliah merupakan Gedung sekolah yang dibangun untuk pendidikan masyarakat yang diharapkan mampu memberikan ilmu pendidikan bagi masyarakat yang diharapkan mampu memberikan fasilitas umum mengharuskan memiliki kekuatan struktur yang sangat kuat untuk menghadapi berbagai keadaan, termasuk apabila terjadi gempa bumi, oleh karena itu dalam perencanaannya harus diperhitungkan beban akibat gempa sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan.

Perumusan masalah dalam penulisan penelitian ini adalah Gedung Jamaliah Yayasan Syafiatul

Amaliah merupakan gedung yang telah dibangun. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis kinerja struktur dengan metode Respon Spektrum terhadap beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019 yaitu mengevaluasi berdasarkan kinerja batas layan dan batas kinerja *ultimate*.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Konsep Dasar Mekanisme Gempa

Bencana gempa bumi dapat menelan banyak korban jiwa. Sejarah mencatat gempa bumi terdahsyat dalam kurun waktu 50 tahun terakhir terjadi di *Bio-Bio Chili* pada tahun 1960 dengan besaran gempa skala 9,5 *Magnitude* yang dinamakan gempa *Valvidia*. Sedangkan gempa bumi terdahsyat dalam 50 tahun di Indonesia tercatat di Aceh pada tahun 2004 yang mengakibatkan tsunami dengan besaran skala 9,1 *Magnitude*.

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi di permukaan bumi, biasanya disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi), gempa bumi terjadi apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan sudah terlalu besar untuk dapat ditahan. Gempa bumi terjadi setiap hari di bumi, namun kebanyakan kecil dan tidak menyebabkan kerusakan apa-apa. Gempa bumi kecil juga dapat mengiringi gempa bumi besar, dan dapat terjadi sebelum atau sesudah gempa bumi besar tersebut.

2.2 Sistem Struktur Penahan Gempa

Acuan dalam perencanaan bangunan beton bertulang tahan gempa di Indonesia adalah Standar Perencanaan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 1726:2012 tetapi SNI gempa 2012 tersebut sudah direvisi, telah diperbarui lagi yaitu

SNI 1726:2019 seiring dengan munculnya peraturan terbaru seperti IBC dan ASCE dan Tata Cara Perhitungan Struktur beton untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2019 (SNIBeton). Aturan *detailing* pada dasarnya diatur dalam SNI beton, *detailing* dibedakan berdasarkan tingkat kerawanan daerah terhadap gempa. Bangunan yang berada pada zona dengan resiko gempa yang tinggi harus direncanakan dengan menggunakan sistem struktur penahan beban lateral yang memenuhi persyaratan *detailing* yang khusus atau memiliki tingkat daktilitas penuh.

2.3 Pembebanan Pada Struktur

Pembebanan pada struktur merupakan dasar dalam merencanakan struktur, hal ini karena tingkat keamanan dari struktur bangunan adalah berdasarkan beban-beban yang terjadi pada struktur, karena struktur yang kuat adalah struktur yang mampu menahan semua beban yang terjadi. Berdasarkan SNI 1727-2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Beban mati

Beban mati adalah beban gravitasi yang berasal dari berat semua komponen/bangunan yang bersifat permanen selama masa layanan struktur tersebut.

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang terjadi akibat adanya hunian, atau penggunaan dari bangunan.

3. Beban gempa

Gempa merupakan perilaku alami yang keberadaannya diperhitungkan sebagai beban pada struktur, beban gempa dapat diartikan dengan beban statik ekuivalen pada struktur bangunan yang bergerak mengikuti pergerakan tanah.

2.4 Analisa Respon Spektrum pada Struktur

Berdasarkan parameter-parameter di atas didapat Respon Spektrum disain pada gedung Jamaliah Yayasan Syafiatul Amaliyah untuk daerah Medan berdasarkan SNI 1726:2019.

1. Partisipasi Massa

Ragam Terkombinasi Mengetahui Massa Ragam Terkombinasi, Untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah dari Metode Dinamik Respon Spektrum Menggunakan *Software ETABS 2016v.2.1*.

2. Gaya Geser Dasar Nominal

Pada SNI gempa 1726:2019 Pasal 7.9.1.4 disebutkan bahwa nilai akhir respon dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari 90% dengan pengecualian nilai respon ragam.

3. Waktu Getar Alami Fundamental

Sesuai pasal 7.8.2, periode struktur fundamental, T , yang ditinjau harus diperoleh dengan menggunakan property

struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan pada analisis yang teruji Periode fundamental, T , tidak boleh melebihi hasil efisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dan periode fundamental pendekatan (T_a). Sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan periode fundamental, T diijinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan.

2.5 Gaya Geser Dasar (Base Shear)

Berdasarkan peraturan SNI 1726:2019 gaya geser dasar dihitung dengan metode statik dan dinamik pada dua arah, horizontal dan vertikal. Nilai gaya geser dasar yang diperoleh dengan metode dinamik respons spectrum harus lebih besar 85% dari gaya geser berdasarkan perhitungan dengan metode statik ekuivalen, maka jika nilai gaya geser yang diperoleh kurang dari 90%, harus dikalikan dengan, dimana V adalah nilai gaya geser dasar dengan metode statik, dan V_t adalah gaya geser dasar dengan metode dinamik respon spektrum.

Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.8.6 disebutkan penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau.

Batasan Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai tingkat (Δ) ditentukan dalam Pasal 7.12.1, tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin (Δ_a) didapatkan dari Tabel untuk semua tingkat.

Bahan Dan Metode

Untuk mengevaluasi diperlukan sejumlah data-data umum pada proyek adalah sebagai berikut:

1. Nama: Proyek Pembangunan Jamaliah Building.
2. Alamat/Lokasi: Jl. Setia Budi No. 191 Kecamatan Medan Selayang (Lintang 3,568221, Bujur 98,6430471).
3. Fungsi : Gedung Sekolah terdiri 1 Lantai Ruang Guru
2 Lantai Ruang Belajar 3 Lantai Ruang Tahfiz
4. Tahun Pembangunan 2019 s/d Sekarang
5. Pemilik: Yayasan Pendidikan Syafiatul Amaliyah (YPSA)
- 6.

Perencana/ Pelaksana PT. DIAN SAKTI SEMPANA

Data Geometri Struktur

1. Data dimensi kolom:

Kolom adalah bagian utama pada struktur bangunan yang fungsinya menahan beban tekan aksial secara vertikal, dan meneruskannya sampai pondasi, secara umum kekuatan kolom harus lebih kuat dari pada balok, makadari itu untuk menahan struktur secara keseluruhan didapati berbagai jenis kolom sebagaimana berikut:

Tabel 1. Detail Dimensi dan Penulangan Pada Kolom

Jenis Balok	Dimensi (mm)	Tulangan Utama	Tulangan Sengkang	
		Tumpuan	Tumpuan	Lapangan
Kolom K1	600x600	24D19	D10-100	D10-100
Kolom K1a	600x600	20D19	D10-100	D10-100
Kolom K1b	600x600	16D19	D10-100	D10-100
Kolom K2	400x400	14D16	D10-100	D10-100
Kolom K3	200x300	10D13	D10-100	D10-100

Sumber: Shop Drawing

2. Data dimensi balok:

Balok merupakan bagian dari struktur bangunan dengan karakteristiknya yang lentur, sehingga balok mampu menahan gaya geser dan momen lentur, kemudian menyalurkannya menuju kolom, selain berfungsi sebagai penyalur beban, balok juga berfungsi sebagai pengikat kolom, sehingga kolom dapat tetap berdiri tegak dan tidak berpindah posisi. Berdasarkan gambar rencana proyek didapati bahwa jenis balok berbeda, sesuai dengan fungsi dan peruntukannya.

3. Data dimensi Plat Lantai

Balok lantai adalah bagian struktur bangunan yang terdiri dari tulangan baja dan beton, yang berfungsi sebagai tempat berpijak, serta menyalurkan beban yang diterima ke balok. Berdasarkan Gambar rencana proyek, Struktur Gedung Jamaliah didapati ada tujuh jenis plat yang digunakan, selain itu digunakan jenis tulangan polos untuk setiap penulangan pada plat lantai.

Tabel 3. Detail dimensi plat lantai pada struktur gedung Jamaliah

Jenis Plat	Tebal Plat (mm)	Detail Penulangan	
		Bentang Panjang	Bentang pendek
Plat Lantai 2	150	D10-200	D10-200
Plat Lantai 3	150	D10-200	D10-200
Plat Lantai 4	150	D10-200	D10-200
Plat Lantai 5	150	D10-200	D10-200
Plat Lantai 6	150	D10-200	D10-200
Plat Lantai 7	150	D10-200	D10-200

Sumber: Shop Drawing

4. Prinsip-prinsip Dasar Perencanaan:

Perancangan struktur Gedung Jamaliah Yayasan Pendidikan Syafiatul Amaliyah ini mengikuti peraturan dan ketentuan yang berlaku di Indonesia. Peraturan-peraturan tersebut adalah:

- a. SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, (Mengadopsi Acuan ASCE7-16).
- b. SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

- c. SNI 2847:2019 Persyaratan beton structural untuk bangunan gedung dan penjelasan, (Mengadopsi Acuan ACI318-14).
- d. Standar atau data lain mengenai berat bahan Bangunan.

5. Tampak Struktur Gedung Jamaliah Yayasan Syafiatul Amaliyah



Gambar 1. Tampak struktur bangunan

Sumber: kontraktor PT. Dian Sakti Sempana

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Analisa Respon Spektrum Desain Pada Struktur

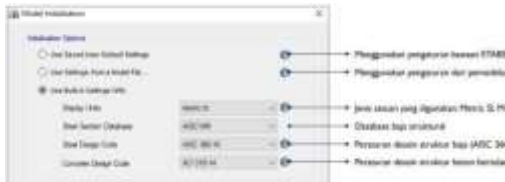
Dihitung dengan perhitung otomatis melalui *Software RSA 2019-2020* atau Puskim. pu.go.id, Respon gempa berbasis kinerja digunakan sesuai SNI 1726:2019 didesain kan probabilitas terjadinya gempa yaitu 2% dalam kurun waktu 50 tahun atau gempa periode ulang 2475 tahun ($2/3 \times SMS$). Respon Elastis inimempunyai redaman 5% (redaman dasar yang melekat).

3.2 Permodelan Struktur

Dilakukan dengan bantuan *Software ETABS 2016v2.1* yang dimana program tersebut berguna sebagai program dalam menganalisa struktur dengan data utama yang digunakan yaitu *shop drawing* Gedung Jamaliah:

1. Membuka Program ETABS 2016 Versi 2.1

- *Clickstart* → *AllProgram* → *Computers and Srtucture* → *ETABS2016v2.1* atau bisa juga dengan *double click icon ETABS 2016v2.1* pada desktop (jika icon berada di desktop).
- Setelah dibuka program ETABS, Tekan Pada *Keyboard CTRL + N* yaitu membuat file baru seperti pada Gambar 2 → *Click OK*.



Gambar 2. Setting awal program baru
 Sumber: Software ETABS 2016v2.1

2. Menentukan Geometri Struktur



Gambar 3. Setting geometri struktur
 Sumber: Software ETABS 2016v2.1.

Pada toolbar 'New Model Quick Template' seperti pada gambar 3, Pilih atau click Custom Grid Spacing & Custom story data kemudian isi data-data geometri yaitu:

- Custom grid spacing → Edit data grid → Lakukan Grid bangunan arah sumbu X dan Y isi data geometri pada Gambar 4 dan isi data pada Tabel 2 → Click Ok.



Gambar 4. Setting grid geometri struktur
 Sumber: Software ETABS 2016v2.1

Tabel 2. Geometri jarak gedung

Data Geometri Struktur gedung Jamaliah di Kategorikan bangunan tidak beraturan (m)		
SumbuX	SumbuY	SumbuZ
0,9966	0,925	1
1,335	0,775	
0,8313	1,575	
0,0437	1,925	

Define Material (Mutu Material)

Untuk menentukan karakteristik dari material-material tersebut langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Click menu Define → Click '4000Psi' → Click Modify Show Material, maka akan muncul tool bar pada Gambar 5 dan lakukan pengisian data:



Gambar 5. Menentukan mutu material pada beton.
 Sumber: Software ETABS 2016v2.1

Kemudian lakukan untuk mutu Baja dengancara:

- Click menu Define → Click 'A615Gr60' → Click Modify Show Material, maka akan muncul tool bar pada Gambar 6 dan lakukan pengisian data.

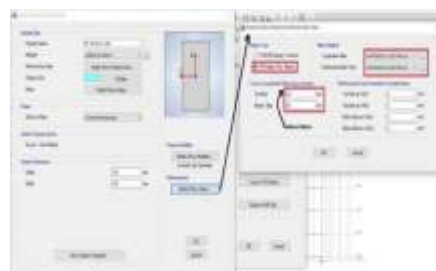


Gambar 6. Menentukan mutu material pada Tulangan baja.
 Sumber: Software ETABS 2016v2.1

Kemudian lakukan pengisian data balok dengan cara:

- Click tool bar 'property name' kemudian ubah nama menjadi '140/75' → Click tool bar Material dan pilih 'K-300' → Setting Section Dimension isi data Depth = 750, dan Widht = 400 → Click 'modify/Show Rebar, kemudian muncul tool bar 'Frame Section Property

Reinforcement Data isi data-data pada Gambar 7.



Gambar 7. Input data balok
 Sumber: Software ETABS 2016v2.1

Kemudian lakukan pengisian data Pelat lantai dengan cara:

- *Click tool bar 'property name'* kemudian ubah nama menjadi 'Plat Koridor'→*Click tool bar Material* dan pilih 'K-300'→*Click toolbar 'modelling type'* kemudian ubah menjadi 'Shell-Thick'→*Setting Slab Dimension* isi data *Thickness=150*→*Click 'modify/Show'*, kemudian muncul *tool bar 'Property/Stiffness Modification Factors'* isi data-data pada Gambar 8.



Gambar 8

Define Load Pattern

- *Define*→*Load Patterns*, maka muncul *toolbar* untuk *Setting factor* beban, Lihat pada Gambar 9 → Isi data 'Live' dengan '*Self Weight Multiplier*' yaitu 0→*Add NewLoad*→*ClickOk*→*ClickOk*.



Gambar 9. Input skala faktor beban

Define Load Combination

Untuk jenis kombinasi pembebanan diambil dari SNI 1726:2019, langkah memasukan kombinasi adalah sebagai berikut:

Define→*Load Combination*,maka muncul

- *toolbar 'Load Combination*, Lihat pada gambar 13→*Click 'AddNew Combination'* maka muncul *toolbar 'Load Combination Data'*,Lihat pada Gambar 10→Pilih data *Load Name* Dengan '*Live*'yaitu '*Dead*' dan data '*Scale Factor*' yaitu1,2→*Add*→lakukan berulang sesuai kebutuhan data-data, setelah selesai→*Click Ok*.



Gambar 10. Input kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1726:2019

DefineMassSource

- *Define* →*Mass Source*, maka muncul *Toolbar 'MassSource'*, Lihat pada Gambar 11→*Add New Mass Source*, maka muncul *toolbar 'Mass Source Data'*, Lihat pada Gambar 11 → Pilih '*Specified Load Pattern*'→*Settings 'Load Pattern'* dan '*Multiplier*'→*Add*→Setelah Selesai, *Click Ok*.

Lakukan Nilai *Mass Source*:

<i>Dead: Multiplier</i>	1
<i>Live: Multiplier</i>	0,25
<i>SuperDeadLoad:Multiplier</i>	1
<i>Wall:Multiplier</i>	1

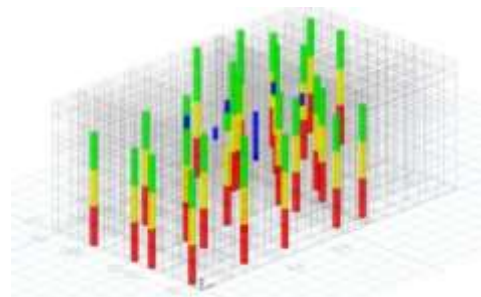


Gambar 11. Input nilai Mass Source

3.2 Drawing Model

1. MenggambarKolom

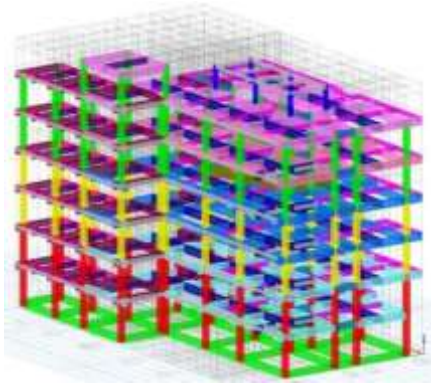
- *Draw*→*Draw Beam/Column/Brace Object*→Kemudian arahkan kursor ke titik kolom yang akan di gambar, kemudian *Click*, Lihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pemodelan kolom
Sumber: *Soft ware ETABS2016v2.1*

2. Menggambar Balok dan Balok anak

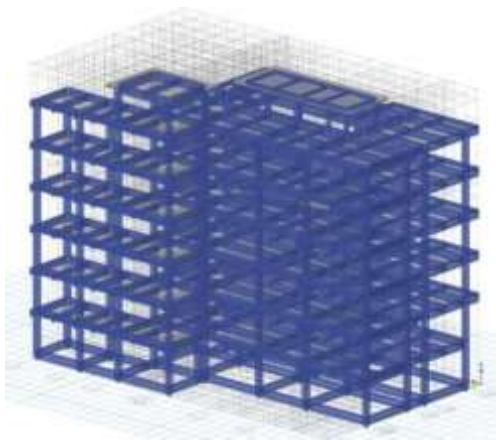
- Draw→Draw Beam/Column/Brace Object→ Kemudian arahkan kursor ke titik balok yang akan digambar dan Click, Lihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pemodelan balok
Sumber: Software ETABS2016v2.1

3. Menggambar Pelat Lantai

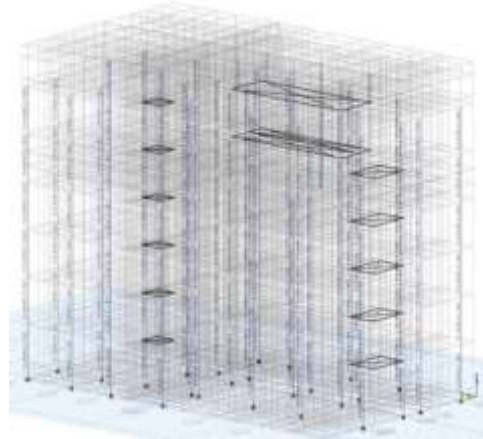
- Draw→Draw Floor/Wall Object → Draw Rectangular Floor/ Wall (Plan, Elev) Kemudian arahkan kursor ke titik 1 kolom ke titik kolom ke 2 atau dengan klik diagonal yang akan digambar, kemudian Click, Lihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Pemodelan pelat lantai
Sumber: Software ETABS 2016v2.1.

4. Memasukkan Tumpuan pada Pondasi:

- Klik semua Joint atau Blok semua joint pada lantai Tanah Asli→Restraints→maka muncul Tool bar 'Joint Assignment', →Pilih sendi jepit yaitu pilih seluruh 'Restraints in Global Directions'. Lihat Hasil pada Gambar15.



Gambar 15. Input sendi jepit

Memasukkan Beban Plat Lantai (Assign Load Area)

- Klik pada pelat yang akan dimasukkan beban mati, hidup dan lain-lain→Assign →Shell Load→Uniform maka muncul Toolbar 'Shell Load Assignment-Uniform' →Masukkan nilai pembebanan pada Uniform load → Replace Existing Loads, Liha tpada Gambar 16



Gambar 16. Menginput pembebanan merata
Sumber: Software ETABS2016v2.1

3.3 Analisa Respon Spektrum Pada Struktur

1. Hasil Output Pembebanan pada ETABS

Tabel 6. Output ETABS pada pembebanan

Lantai/Elevasi	Area (m ²)	DL (kN/m)	LL (kN/m)	SDL (kN/m)
Lantai1	666,52	0,000	0,000	0,000
Lantai2	747,23	5544,375	10888,69	6530,45
Lantai3	763,35	30579,38	7331,70	5511,39
Lantai4	745,32	24603,26	5770,66	4432,87
Lantai5	775,73	18693,54	4231,76	3371,65
Lantai6	761	14198,97	3797,70	2160,10
LantaiAtap	761	6103,97	750,29	1172,33

Sumber: Output Evaluation ETABS2016v2.1

Tabel 7. Output ETABS pada self Mass, Massx & y

Group	Self Mass (kg)	Self Weight (kN)	Total Mass X (kN)	Total Mass Y (kN)
Lt.1	229614,5	2251,78	1203,66	1203,66
Lt.2	892207,05	8749,70	1044,75	1044,75
Lt.3	905799,1	8883	12216,8	12216,8
Lt.4	894349,4	8770,71	15284,4	15284,4
Lt.5	95716,32	938,67	336,7	336,7
Lt.6	939422,2	9212,73	15167,5	15167,5
Lt.Atap	685262,8	6720,24	14680,5	14680,5

Sumber: Output Evaluation ETABS 2016v2.1

2. Gaya Geser Dasar Nominal

Perhitungan nilai gaya geser dasar dalam arah yang ditetapkan dihitung berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 Pasal 7.8.1 Sebagai berikut:

$$C_{sx} = \frac{0,5660}{\left(\frac{3}{1,5}\right)} = 0,1812$$

$$C_{sy} = \frac{0,5660}{\left(\frac{3}{1,5}\right)} = 0,1812$$

$$V_x = 0,1812 \times 94374,94 = 17103,46 \text{ kN}$$

$$V_y = 0,1812 \times 94374,94 = 17103,46 \text{ kN}$$

3. Beban Lateral Gempa Arah x dan y

Tabel 8. Output ETABS beban lateral arah x dan y

Lantai	Gempa 100% arah yang ditinjau dan 30% arah tegak lurus			
	F _x (kN)	30%F _x (kN/m)	F _y (kN)	30%F _y (kN/m)
Base	1203,66	361,10	1203,66	361,10
Lt.1	1044,75	313,43	1044,75	313,43
Lt.2	12216,79	3665,04	12216,79	3665,04
Lt.3	15443,53	4633,06	15443,53	4633,06
Lt.4	15756,87	4727,06	15756,87	4727,06
Lt.5	14680,46	4404,14	14680,46	4404,14
Lt.6	14859,15	4457,74	14859,15	4457,74
Lt.Atap	14667,65	4400,30	14667,65	4400,30

4. Waktu Getar Alami Fundamental

Waktu getar alami fundamental yang didapat dari analisis dengan software ETABS adalah:

$$T_{cx} = 1,793 \text{ s } T_{cy} = 1,832 \text{ s}$$

Hasil dari analisis tersebut harus diperiksa dengan periode dihitung (Cu) dan periode fundamental Pendekatan (Ta).

Koefisien untuk Cu ditentukan oleh SD1 adalah 1,4 dan untuk koefisien Ta ditentukan oleh sistem struktur yang menahan gaya lateral gedung. Berdasarkan SNI 1726:2019 untuk rangka beton pemikul momen nilai Ct=0,0466 dan nilai x=0,90 Kemudian Perhitungan Ta adalah Sebagai Berikut :

$$T_{amin} = C_t \times h_n^x = 0,0466 \times (46)^{0,9} = 1,462 \text{ s (Lantai 1)}$$

$$= 0,0466 \times (40)^{0,9} = 1,288 \text{ s (Lantai 2-Atap)}$$

$$= 0,0466 \times (25)^{0,9} = 0,844 \text{ s}$$

(Lantai Maintenance)

$$T_{amax} = C_u \times T_a = 1,4 \times 1,462 = 2,047 \text{ s}$$

(Lantai 1)

$$= 1,4 \times 1,288 = 1,803 \text{ s}$$

(Lantai 2-Atap)

$$= 1,4 \times 0,844 = 1,182 \text{ s}$$

(Lantai Maintenance)

Syarat:

Jika T_{comp} > Cu . Ta, gunakan Cu . Ta

Jika T_{amin} < T_{comp}, gunakan Cu . Ta T_{comp}

Jika T_{comp} < T_{amin}, gunakan T_{amin}

5. Gaya Geser Dasar (Base Shear)

Geser dasar seismik dihitung oleh program, dengan memasukkan berat jenis beton pada awal pengerjaan, yaitu =2400kg/m³.

6. Besarnya Simpangan

Kriteria persyaratan simpangan mengacu pada SNI 03-1726-2019 dengan faktor-faktor sebagai berikut : Faktor pembesaran defleksi Cd (Tabel 12 SNI 1726:2019)=2,5

Faktor Keutamaan gempa, Ie (Tabel 4 SNI 1726:2019)= 1,50

Faktor redundansi gedung,

Pasal 7.3.4. SNI 1726:2019)= 1,30

7. Simpangan Antar Lantai Ijin

Simpangan antar Lantai yang diijinkan untuk struktur rangka pemikul momen biasa adalah (Δa/p).

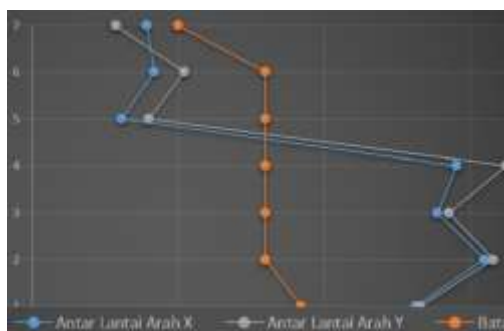
Dengan Uraian sebagai berikut : Gedung yang digunakan untuk gedung sekolah dan fasilitas pendidikan termasuk dalam kategori risiko bangunan gedung IV, maka nilai faktor

Keutamaannya sama dengan 1,50. Kategori desain seismik D, maka faktor redundansi (p) adalah 1,30 (Pasal 7.3.4.2). Jenis struktur yang dipilih adalah SRPMB, maka faktor amplitasi defleksi (Cd) adalah 2,50, Kategori risiko IV, Simpangan antar lantai ini ijin (Δa) adalah 0,015 h_{sx}.

Tabel 10. Output ETABS nilai simpangan antar lantai arah y

Lantai	Tinggi (mm)	Simpangan Elastis (mm)	Perpindahan yang diperbesar (mm)	Simpangan Antar Lantai (mm)	Diizinkan (mm)	Ket
Lt. 2	4600	53,186	53,186	131,97	92	Tidak Memenuhi
Lt. 3	4000	116,356	63,17	157,93	80	Tidak Memenuhi
Lt. 4	4000	173,43	57,074	142,69	80	Tidak Memenuhi
Lt. 5	4000	238,348	64,918	162,3	80	Tidak Memenuhi
Lt. 6	4000	254,38	16,032	40,08	80	Memenuhi
Lt. Atap	4000	275,282	20,902	52,255	80	Memenuhi
Lt. Main	2500	286,758	11,476	28,69	50	Memenuhi
Lt. Main Lift	1000	281,047	-5,711	-14,277	20	Memenuhi

Sumber: Output Evaluation ETABS 2016v2.1

Gambar 20. Graphics Output ETABS nilai simpangan dan batasan antar lantai
Sumber: Output Evaluation ETABS 2016v2.1

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Nilai pada partisipasi massa ragam terkombinasi sudah memenuhi dengan hasil yaitu 91-93%.
2. Nilai pada gaya geser dasar nominal pada $V_x=17103,46\text{Kn}$ dan $V_y=17103,46\text{Kn}$.
3. Nilai waktu getar alami fundamental yaitu hasil terbesar yaitu $T_{cx}= 1,793$ dan $T_{cy}= 1,832\text{s}$

Nilai gaya geser dasar (*baseshear*) Terbesar

4. Pada sumbu X= 3,46 mm dan pada sumbu Y= 15,92 mm.
5. Simpangan Antar Lantai terjadi rata-rata pada Sumbu X=197,76mm>70,25mm ijin rata-rata Simpangan Antar Lantai, maka struktur tidak memenuhi Kriteria desain sesuai SNI1726:2019 untuk lantai 1-5.
6. Simpangan Antar Lantai terjadi rata-rata pada Sumbu Y=209,85mm>70,25mm ijin rata-rata Simpangan Antar Lantai, maka struktur tidak memenuhi Kriteria desain sesuai SNI1726:2019 untuk lantai 1-5.

7. Kategori Kinerja struktur pada Gedung Jamaliah menggunakan SRPMB dengan Evaluasi Berdasarkan SNI1726:2019 tidak memenuhi.

4.2 Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendesain seluruh struktur gedung ng mencakup struktur atas dan struktur bawah agar lebih mendapatkan hasil yang sempurna dalam mendesain suatu bangunan gedung.
2. Dimensi kolom K1 dan K1aek sisting pada lantai 1-5 harus diperbesar agar memenuhi kriteria desain SNI terbaru.
3. Dimensi balok induk pada lantai 1-5 harus diperbesar agar memenuhi kriteria desain terbaru.
4. Struktur tidak memenuhi kriteria desainsesuai SNI 1726:2019 untuk lantai 1-5 ini dapat disebabkan karena dalam penelitian ini dinding geser tidak diperhitungkan.
5. Perlu dilakukan penelitian tentang seberapa besar pengaruh dinding geser terhadap perilaku ketahanan struktur dalam menahan beban gempa.

Daftar Pustaka

1. CSI ETABS *Extended Three Dimensional Analysis of Building System*, Version16.2.1America.2017.
2. Badan Standarisasi Nasional. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung (SNI1726:2019)*. BSN. Jakarta. 2019.
3. Badan Standarisasi Nasional. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan (SNI2847:2019)*. BSN. Jakarta. 2019.
4. Badan Standarisasi Nasional. *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020)*. BSN.Jakarta.2020.
5. Rudi Alfianto, *Analisa Perhitungan Bangunan Dengan Metode Etabs Versi 9.7.2 (Studi Kasus), MEDAN : Teknik Sipil Universitas Medan Area,2017*.
6. Tavio.UsmanWijaya,*Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja*, Surabaya dan Jakarta, 2018.
7. Simajuntak, P, *Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Indonesia*, Indonesia, 2020.
8. Wahyuningtyas, W.T., Krisnamurti K., & Afrida, I. 2020. *Analisis Ketahanan Gedung Apartemen Surabaya Dengan Menggunakan Metode Respon Spektrum, Elemen Hingga Untuk Analisis Struktur*, Surabaya, 2020.