

ANALISIS DINAMIK PADA GEDUNG A1 PEMONDOKAN UPT. ASRAMA HAJI EMBARKASI ACEH DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIME HISTORY

Alif Akbar Azani*¹, Munirul Hady², Bunyamin³, Aulia Rahman⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandarmuda, Banda Aceh

⁴Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Meulaboh

e-mail: *¹alifakbarazani@gmail.com, ²munirulhady@unida-aceh.ac.id, ³bunyamin@unida-aceh.ac.id, ⁴auliarahman@utu.ac.id

Abstract

Indonesia is one of the countries most prone to earthquakes, causing a lot of damage to building structures. Therefore, buildings require earthquake resistance to allow time for building occupants to evacuate from the building. The object of this research is the A1 Hajj Boarding Boarding Building for the Embarkation of Aceh which is located on Teuku Nyak Arif Street, Kuta Alam District. The purpose of this study was to see whether the building met the requirements of SNI 1726-2019 in response to the Simeulue I earthquake with a magnitude of 8.3 on April 11, 2012, using Time History analysis with the help of software ETABS. By reviewing the building deformation, displacement and deviation between levels, knowing the working forces in the form of axial forces, bending moments, and shear forces on the columns and beams of the building. Data processing will be analyzed with the standard rules of SNI 1726-2019. From the analysis, it is found that the basic shear strength due to earthquake loads is 2302.1 kN for the x direction and 637.6 kN for the y direction. The largest maximum lateral displacement is 11.445 mm for the x-direction and 11.774 mm for the y-direction, causing the interstory drift of each combination of loading structures to remain within the limits permitted by earthquake-resistant building standards (SNI 1726:2019). It can be concluded that the Aceh Embarkation Hajj Dormitory Building A1 has been designed in accordance with the SNI 1726:2019 standard.

Keywords—*Simeulue I Earthquake, Time History Analysis, Deformation*

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara paling rawan bencana alam. Berbagai bencana besar pernah melanda negeri ini. Beberapa diantaranya tercatat sebagai bencana alam terdahsyat di dunia. Secara geografis Indonesia terletak di atas lempeng tektonik yang berpotensi menimbulkan gempa. Seperti, Lempengan Eurasia, India, Australia, dan Pasifik yang menjadikannya berada pada the ring of fire. Salah satu wilayah Indonesia yang tercatat sebagai wilayah yang sangat rawan terjadi gempa bumi adalah Provinsi Aceh.

Gedung yang akan ditinjau dalam penelitian ini adalah Gedung A1 Pemandokan UPT Asrama Haji Embarkasi Aceh yang terletak di Jalan Teuku Nyak Arief, Gampong Kota Baru, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Bangunan ini memiliki 5 (lima) lantai dengan tinggi 19,85 m. Dibangun di atas tanah seluas 512 m² pada tahun 2021 yang memiliki 37 kamar, struktur gedung ini didesain dan dibangun menggunakan rangka pemikul momen dari

beton bertulang. Gedung ini memiliki fungsi sebagai penginapan baik bagi Jamaah Calon Haji yang akan berangkat ke tanah suci maupun panitia dan tamu undangan. Gedung ini juga memiliki fasilitas-fasilitas lainnya seperti ruang makan, ruang kantor, dapur, gudang, mushala, toilet, dan cafetaria.

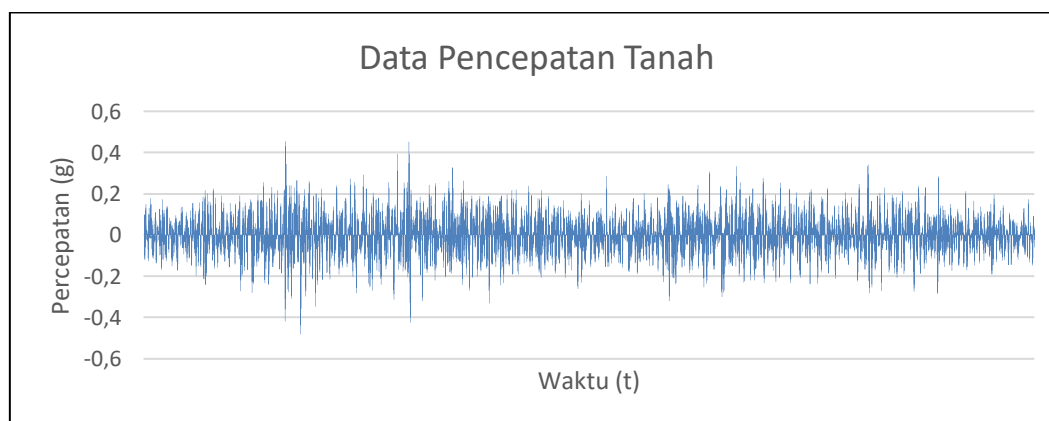
Penelitian ini dianalisis kegagalan struktur pada bangunan gedung tersebut serta perilaku deformasi yang berupa *displacement* dan simpangan antar lantai, dan untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja berupa gaya aksial, momen lentur, dan gaya geser pada kolom dan balok gedung tersebut menggunakan data akselerograf gempa Simeulue I dengan magnitudo 8,3 SR. Analisis yang dilakukan adalah Analisis Riwayat Waktu (*Time History Analysis*), menggunakan *software* CSI ETABS V20.

Ruang lingkup penelitian ini adalah menganalisis *Time History*, model gedung dibuat berdasarkan data Gambar Bestek yang didapatkan dari Kementerian Agama Republik Indonesia, dan disesuaikan dengan data pengukuran di lapangan, data material struktur berupa mutu beton, mutu baja, dan jenis tulangan didapat dari data perencanaan awal serta dari hasil pemeriksaan di lapangan pada proses pembangunan gedung, pembebanan struktur sesuai dengan syarat [1], dan yang terakhir dasar kolom dianggap jepit. Data yang digunakan berupa data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa data yang diperoleh dari studi literatur dan instansi-instansi terkait diantaranya seperti data *As build drawing*. Sedangkan data primer berupa survei lapangan, data teknis yang diperoleh berupa koordinat Gedung A1 Pemandokan UPT. Asrama Haji Embarkasi Aceh. serta Pengolahan data dihitung dengan menggunakan *software* CSI ETABS V20.

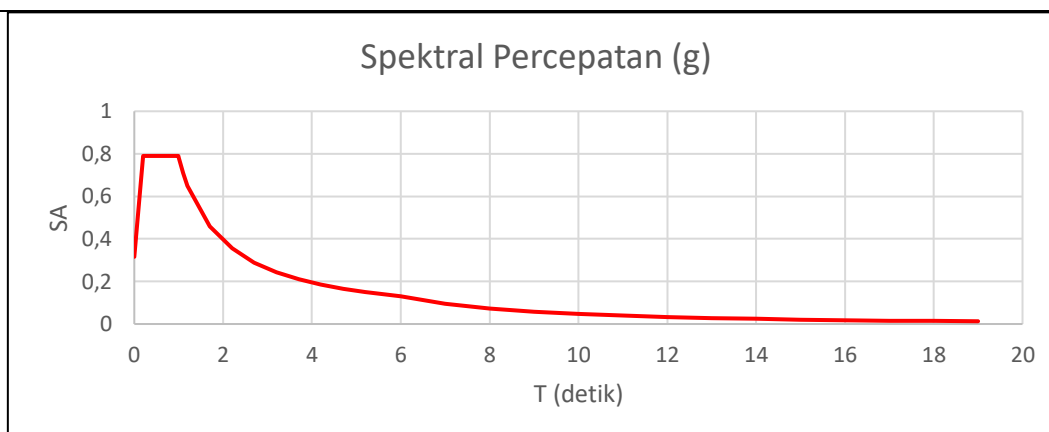
2. METODE PENELITIAN

2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi didefinisikan sebagai getaran sifat alami yang terjadi pada lokasi tertentu dan sifatnya tidak berkelanjutan[2]. Analisis *time history* merupakan metode analisis struktur yang meninjau respons struktur dari waktu ke waktu terhadap getaran gempa, model struktur diberikan suatu catatan rekaman gempa yang ada dan respons struktur dihitung langkah demi langkah pada interval waktu tertentu[3].



Gambar 1 Data *ground motion* gempa Simeulue I dalam waktu 25 detik



Gambar 2 Grafik respon spektra

2.2 Perpindahan (*displacement*)

Derajat kebebasan (*degree of freedom*) adalah derajat independensi yang diperlukan untuk menyatakan posisi suatu sistem derajat pada setiap saat. Apabila suatu titik yang ditinjau mengalami perpindahan tempat secara X, Y, dan Z, maka sistem mempunyai tiga derajat kebebasan[4]. Hal ini terjadi karena titik yang bersangkutan dapat berpindah secara bebas dalam tiga arah. *Displacement* adalah simpangan suatu lantai yang diukur dari dasar lantai.

2.3 Simpangan Antar Lantai (*Story Drift*)

Penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Apabila pusat massa tidak segaris dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Jika desain tegangan izin digunakan, Δ harus dihitung menggunakan gaya seismik desain yang ditetapkan dalam 0 tanpa reduksi untuk desain tegangan izin[1].

2.4 Gaya Geser Dasar (*Base Shear*)

Gaya geser merupakan gaya yang bekerja tegak lurus dengan bidang struktur. Gaya geser dasar adalah gaya geser atau lateral total yang terjadi pada tingkat dasar[5].

2.5 Software Analisis Struktur

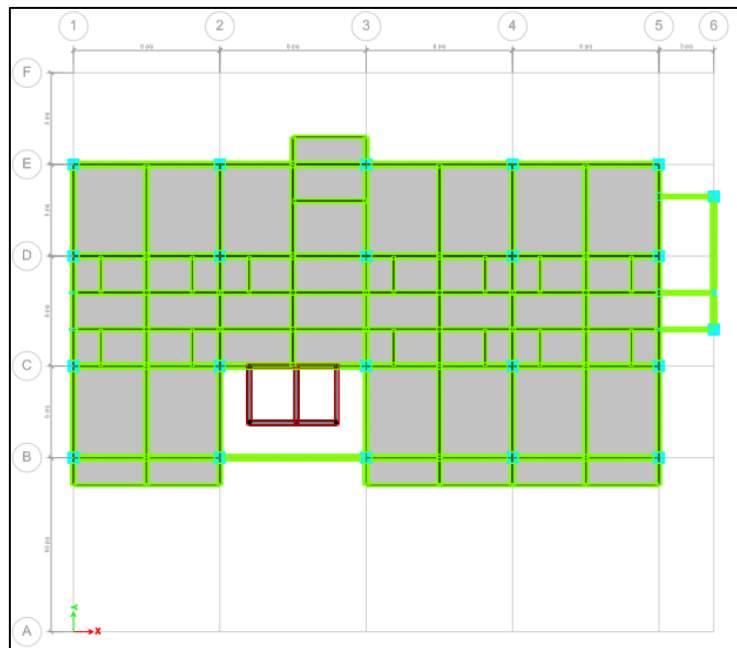
ETABS adalah program untuk menganalisa struktur bangunan, terutama untuk bangunan-bangunan tinggi (*High Rise Building*). Program ETABS (Extended Three Analysis Building Systems) merupakan program analisis struktur yang dikembangkan oleh perusahaan *Computers and Structures, Incorporated* (CSI) yang berlokasi di Barkeley, California, Amerika Serikat.

2.6 Data Objek Bangunan

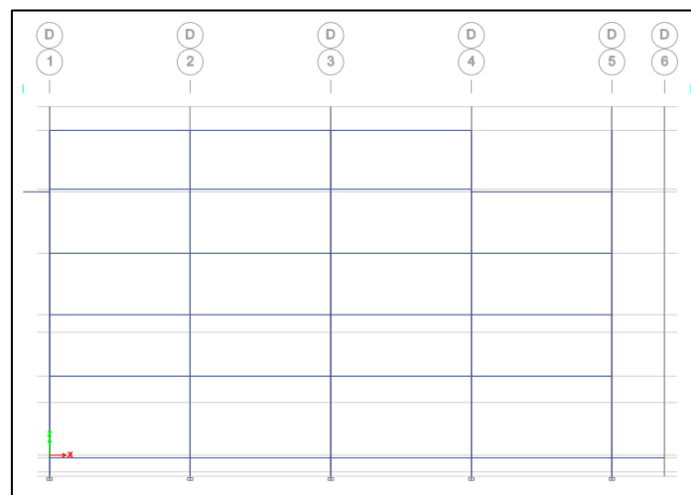
Data model struktur rangka beton bertulang, pemodelan geometri struktur mengikuti ketentuan sebagai berikut :

1. Denah lantai dibuat tipikal seperti ditunjukkan pada Gambar 1;
2. Variasi jumlah tingkat: 5;

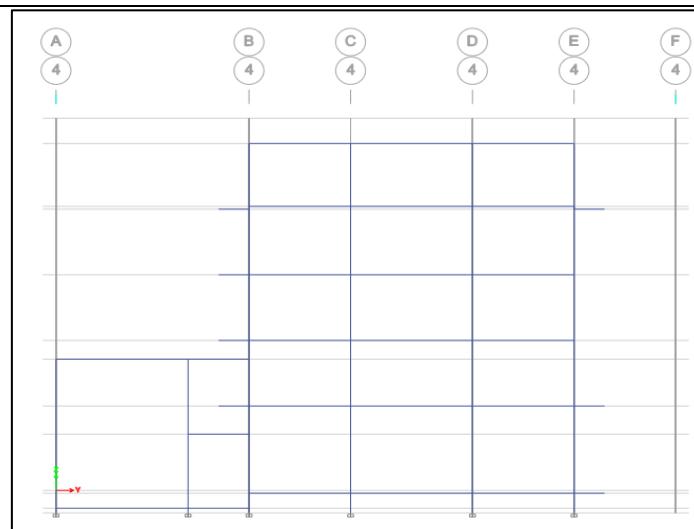
3. Tebal pelat lantai diambil yaitu setebal 120 mm;
4. Digunakan variasi ukuran dimensi kolom/balok dan berbeda pada beberapa tingkat (KB) secara proporsional seperti ditunjukkan pada tabel 1;
5. Fungsional bangunan sebagai fasilitas perkantoran pemerintahan.
6. Spesifikasi material yang digunakan adalah:
 - a. Beton mutu K-250 dengan $f'c = 25$ MPa;
 - b. Tulangan pokok digunakan dengan $f_y = 320$ MPa (Ulir);
 - c. Tulangan sengkang digunakan dengan $f_y = 240$ MPa (Polos).



Gambar 3 Tipikal denah gedung



Gambar 4 Potongan D-D



Gambar 5 Potongan 4-4

Tabel 1 Dimensi Penampang Kolom dan Balok

Jenis	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Jenis	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
BL1	35	70	K1	60	60
BL2	40	80	K2	25	40
BL3	30	50	K3	12	45
BL3a	30	50	K4	12	35
BL4	25	40	RB1	15	45
BL5	18	25	SL1	40	70
BL6	12	40	SL2	35	70
BL7	15	50	SL3	30	50
BL8	15	90	SL4	25	40
BL9	25	60	SL5	18	40

2.7 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Melakukan permodelan grid bangunan sesuai dengan kondisi eksisting lapangan menggunakan *software* ETABS;
2. Melakukan permodelan struktur dimensi kolom, balok, plat lantai sesuai dengan kondisi eksisting lapangan;
3. Melakukan penginputan mutu bahan dari hasil penelitian sesuai kondisi lapangan;
4. Penginputan data pembebanan yang bekerja terhadap bangunan yaitu beban mati (berat sendiri bangunan), beban hidup sesuai dengan fungsional bangunan, beban angin dan beban gempa;
5. Analisis dinamik metode *time history* arah X dan Y dengan *software* ETABS;
6. Run Program untuk dapat diketahui kegagalan struktur berupa bentuk deformasi yang terjadi dengan output nilai *Story Displacement*, *Story Drift*, *Base Shear*, dan gaya-gaya pada balok dan kolom.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengecekan terhadap desain bangunan

3.1.1 Analisis Ragam Riwayat Waktu (Time History Modal Analysis)

Analisis modal digunakan untuk melihat partisipasi massa ragam efektif yang besarnya harus lebih besar dari 90 %, nilai ini didapat langsung dari ETABS dengan memilih pada *display table*, nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Partisipasi massa ragam efektif

Case	ItemType	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	100	95,90
Modal	Acceleration	UY	100	95,78

Berikut periode getar dari struktur Gedung A1 Pemandokan Asrama Haji :

$$\begin{aligned}
 T &= Cu.Ta \\
 &= Cu.Ct.hnx \\
 &= 1,4 \cdot 0,0466 \cdot 19,85(0,9) \\
 &= 0,961 \text{ Detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas didapatkan waktu getar adalah 0,961 detik, sedangkan dari perhitungan ETABS menunjukkan waktu getar fundamental maksimum (Tmaks) adalah 0,688 detik, tidak melebihi 0,961 detik. Sehingga, berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung memenuhi batas kontrol waktu getar alami.

3.1.2 Gaya Geser Dasar

Nilai base shear merupakan output dari analisis ETABS. Perhitungan gaya geser dasar menurut SNI 1726:2019 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S_{DS} &= 0,7894 \text{ g} \\
 R &= 8 \\
 I_e &= 1,0 \\
 W &= 23.331 \text{ kN} \\
 C_s &= \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}} \\
 C_s &= \frac{0,7894}{\frac{8}{1}} \\
 C_s &= 0,0987 \\
 V &= C_s * W \\
 V &= 0,0987 * 23.331 \\
 V &= 2302,111 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berikut pada Tabel 2 dapat dilihat nilai *base shear*

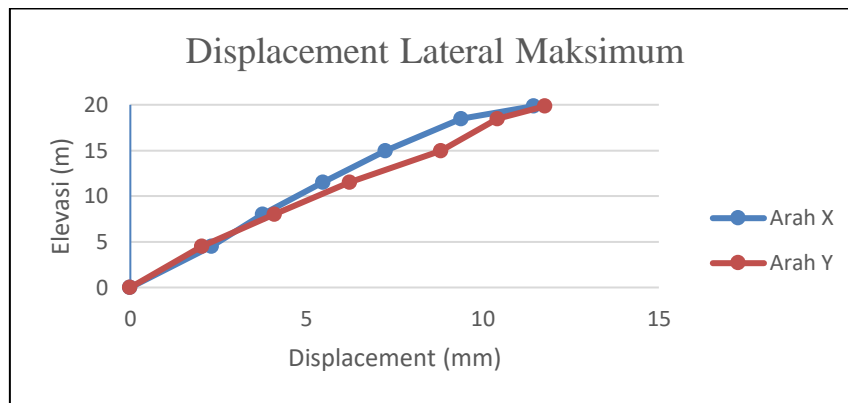
Tabel 2 Nilai Base Shear

Base Shear			Ket.
Vx (kN)	Vy (kN)	V (kN)	
2302,1094	637,6156	2302,111	Ok

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4 pasir halus dalam penelitian ini memenuhi syarat sebagai material pembentuk beton yang nilai *fineness modulus* berkisar antara 2,3-3,1 sebagaimana yang telah disyaratkan atau ditentukan oleh ASTM C-33.

3.1.3 Lateral Displacement Maksimum Pada Setiap Lantai

Nilai *displacement* merupakan salah satu hal penting untuk mengetahui perpindahan akibat adanya beban yang bekerja. Berikut adalah grafik *displacement* yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2 Grafik *Displacement*

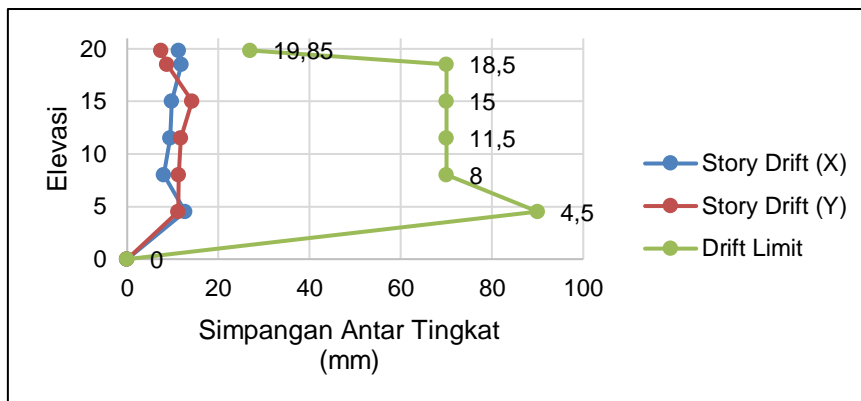
Gambar 2 dapat dilihat nilai *displacement* pada setiap Envelope kombinasi beban untuk arah x dan y. Nilai *displacement* arah x dan y menunjukkan *displacement* terbesar terjadi pada atap shear wall (elevasi 19,85 m) dengan jarak 11,445 mm untuk arah x sedangkan arah y terjadi pada atap shear wall (elevasi 19.85 m) dengan jarak 11,774 mm.

3.1.4 Hasil Analisis Simpangan Antar Lantai

Story drift diambil dari tabel output ETABS yang kemudian dilakukan perhitungan sesuai dengan prosedur. Hasil evaluasi nilai simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726-2019, nilai simpangan antar lantai harus lebih kecil dari 0,02 atau 2% kali tinggi bangunan sebelum tingkat lantai yang ditinjau. Nilai simpangan antar lantai maksimum pada arah x dan arah y yang diperoleh pada pemodelan dapat dilihat pada grafik berikut :

Tabel 3 Hasil Pengujian Slump benda uji

Story	Elevation	X-Dir	Y-Dir	Drift Limit	Cek
	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap Shear Wall	19.85	11.248	7.469	27.000	OK
Atap Dak	18.5	11.842	8.784	70.000	OK
LT5	15	9.741	14.229	70.000	OK
LT4	11.5	9.400	11.781	70.000	OK
LT3	8	8.014	11.325	70.000	OK
LT2	4.5	12.705	11.171	90.000	OK
LT1	0	0.000	0.000	0.000	OK



Gambar 3 Grafik Story Drift

Gambar 3 dapat dilihat bahwa simpangan yang terbesar untuk arah x yaitu 12,705 mm pada lantai 2, sedangkan arah y yaitu 14,229 mm pada lantai 5. Semua jarak simpangan antar lantai tidak ada yang melewati batas izin simpangan.

3.1.5 Gaya Geser dan Momen

Analisis ini adapun balok yang di tinjau adalah semua tipe balok yang mengalami gaya geser dan momen terbesar. Seperti terlihat pada Tabel dan Gambar berikut :

Tabel 4 Nilai maksimum gaya geser pada balok

Tipe Balok	Lebar	Tinggi	Panjang	Gaya Geser	Vn+	Vn-
	(cm)	(cm)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)
BL1	35	70	8	199,0659	632,00	-632,00
BL2	40	80	9,5	143,7849	731,31	-731,31
BL3	30	50	6	138,1908	435,00	-435,00
BL3a	30	50	6	69,9607	435,00	-435,00
BL4	25	40	8	50,4536	222,00	-222,00
BL5	18	25	5	5,0873	147,00	-147,00
BL6	12	40	1	2,2143	169,23	-169,23
BL7	15	50	8	21,6398	278,00	-278,00
BL8	15	90	8	116,4922	350,00	-350,00
BL9	25	60	8	71,2045	274,00	-274,00

Tabel 5 Nilai maksimum gaya momen pada balok

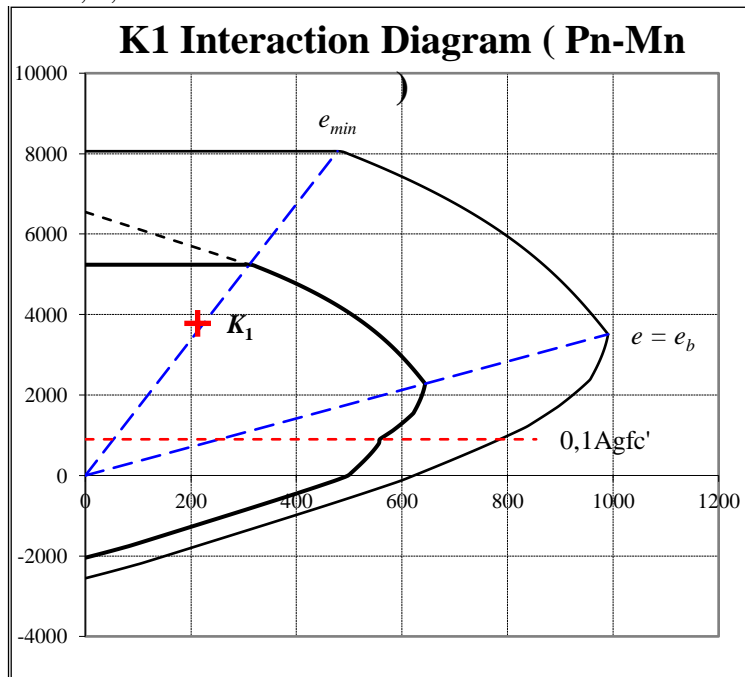
Tipe Balok	Lebar	Tinggi	Panjang	Momen	Mn+	Mn-
	(cm)	(cm)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)
BL1	35	70	8	269,0112	467,09	-107,76
BL2	40	80	9,5	165,5100	497,06	-94,29
BL3	30	50	6	102,5875	210,93	-93,77
BL3a	30	50	6	82,0708	210,93	-93,77
BL4	25	40	8	25,9518	148,31	-112,53
BL5	18	25	5	5,0873	156,29	-46,19
BL6	12	40	1	0,0000	86,41	-234,80
BL7	15	50	8	17,7270	187,55	-155,93
BL8	15	90	8	137,1998	174,98	-74,81

BL9	25	60	8	59,1612	114,05	-44,89
-----	----	----	---	---------	--------	--------

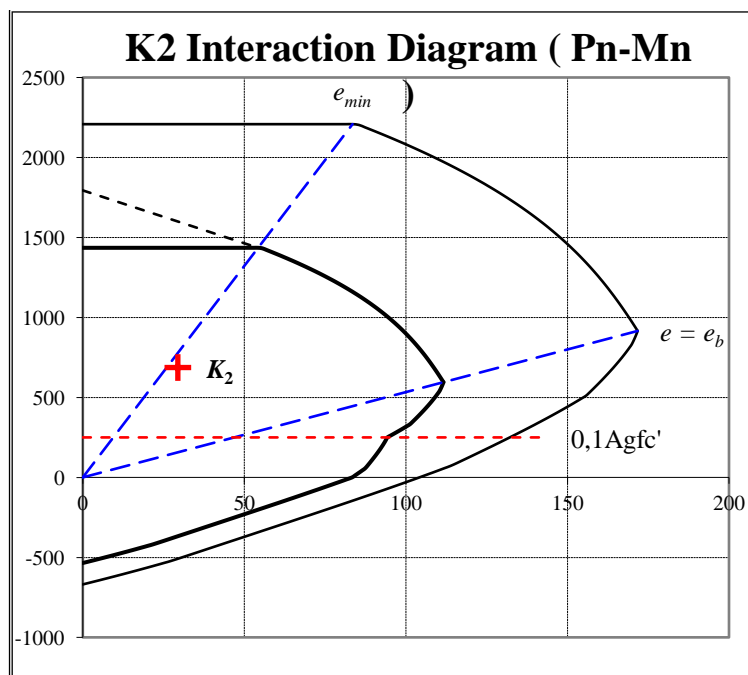
Tabel 4 dan Tabel 5 dapat diketahui bahwa tidak ada balok yang melewati batas nominal.

3.1.6 Diagram Interaksi Kolom

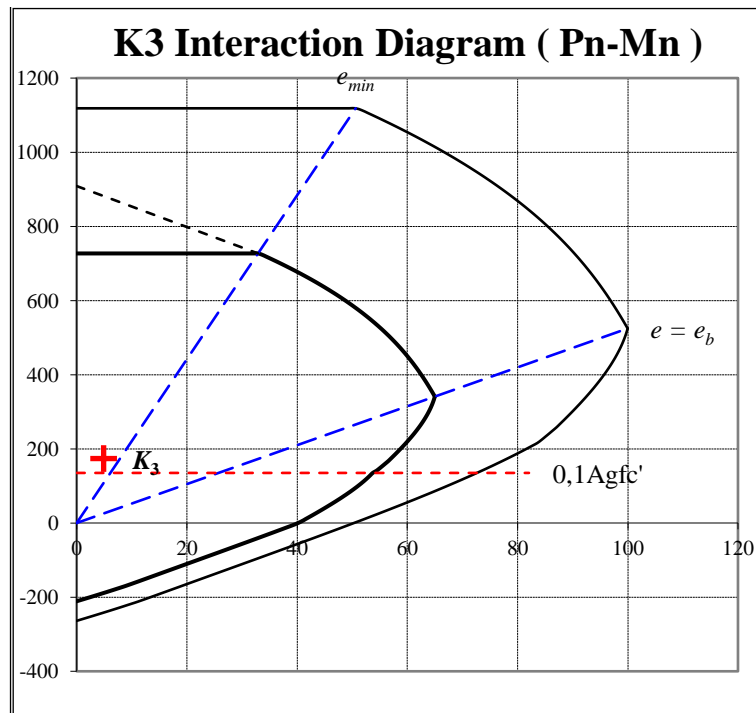
Analisis ini adapun kolom yang di tinjau adalah tipe kolom K1 (Panjang = 60 cm, lebar = 60 cm), K2 (Panjang = 24 cm, lebar = 40 cm), dan K3 (Panjang = 12 cm, lebar = 45 cm). Seperti terlihat pada gambar 4, 5, dan 6



Gambar 4 Diagram Interaksi Kolom K1



Gambar 5 Diagram Interaksi Kolom K1



Gambar 6 Diagram Interaksi Kolom K1

Gambar-gambar tersebut dapat dilihat grafik Diagram Interaksi Kolom, kapasitas penampang kolom dalam menahan kombinasi beban aksial tekan (ϕP_n) dan momen lentur (ϕM_n) pada gambar tersebut juga diplot kombinasi beban aksial perlu (P_u) dan momen lentur perlu (M_u) akibat gempa dari semua kombinasi pembebanan.

4. KESIMPULAN

1. Gaya geser dasar didapatkan bahwa nilai arah x sebesar 2302,1 kN dan nilai arah y sebesar 637,6 kN;
2. Perpindahan maksimum dari analisis time history adalah sebesar 11,445 mm untuk arah x sedangkan untuk arah y sebesar 11,774 mm;
3. Simpangan antar lantai pada struktur gedung ini masih dalam batas izin 2% sesuai SNI 1726-2019;
4. Gedung A1 Pemandokan Asrama Haji Embarkasi Aceh telah didesain sesuai dengan standar SNI 1726:2019.

5. SARAN

1. Menggunakan metode *push over* untuk mengetahui kinerja struktur terhadap beban gempa;
2. Menggunakan metode *response spectrum* untuk mengetahui kinerja struktur terhadap beban gempa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Iskandarmuda Banda Aceh yang telah memberi dukungan serta fasilitas sehingga dapat melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional, 2019, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726-2019)*, Jakarta.
- [2] Suharjanto, 2012, *Rekayasa Gempa*, Kepel Press, Yogyakarta.
- [3] Andriyanto, Firman, dkk., 2014, Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Analisis Riwayat Waktu Terhadap Drift dan Displacement Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus: Hotel di Daerah Karangayar), *Jurnal Matriks Teknik Sipil*
- [4] Badan Standarisasi Nasional, 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726 – 2012)*, Jakarta.
- [5] Badan Standarisasi Nasional, 2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan (SNI 2847 – 2013)*, Jakarta.