

Analisis Kegagalan Struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya

Cut Nella Asyifa¹ Muttaqin Hasan² Mochammad Afifuddin³

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3}Dosen, jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia.

Email: cutnellaasyifa@yahoo.com

Abstract

Aceh is one of the provinces in Indonesia at risk of earthquakes. On December 7, 2016, a magnitude 6.8 earthquake occurred in which is Pidie Jaya District at coordinates of 5.25 LU and 96.24 east longitude. One of the buildings having failure construction because of the earthquake is Hall Room of Multipurpose Building of Pidie Jaya District. Column in the front of the hall has a large permanent deformation, so it can be said that the structure has failed. The purpose of this research is to know the cause of the structural failure with the help of software SAP2000 version 19 and compared it to SNI 1727-2013 and SNI 1726-2012. Hall Room of Pidie Jaya District which has 10 m height is modeled as space frame then analyzed with dynamic response spectrum. Two models of analysis were created; is that model 1 with structure as existing condition and model 2 with structure modification. The results obtained the largest capacity ratio of beam is 2.216 and column is 1.198, the largest lateral displacement at the direction of Y on the first floor is 321,334 mm, the second floor is 631,997 mm and the third floor is 782,954 mm. The largest story drift in the direction of Y on the first floor was 321,334 mm, on the second floor was 310,663 mm and the third floor was 150,958 mm. The cause of failure structure of Hall Room Multipurpose Pidie Jaya District is the small stiffness of the structure in the direction of Y.

Keywords : Response Spectrum, Lateral Displacement.

Abstrak

Aceh merupakan salah satu daerah atau wilayah di Indonesia yang rawan terhadap gempa. Pada tanggal 7 Desember 2016 terjadi gempa bumi berkekuatan 6,8 SR di daerah Aceh yang berpusat di Kabupaten Pidie Jaya pada koordinat 5,25 LU dan 96,24 BT. Salah satu bangunan yang terjadi kegagalan konstruksi akibat gempa bumi tersebut adalah Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya. Kolom pada bagian muka Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya mengalami deformasi permanen yang cukup besar, sehingga dapat dikatakan strukturnya sudah gagal. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui penyebab kegagalan struktur dengan bantuan software SAP2000 versi 19 dan mengacu pada SNI 1727-2013 dan SNI 1726-2012. Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya dengan tinggi 10 m dimodelkan sebagai space frame kemudian dilakukan analisis dinamik respon spektrum. Dibuat 2 model analisis, yaitu model 1 dengan denah struktur seperti kondisi di lapangan dan model 2 dengan menambah 6 buah kolom terhadap kondisi yang ada di lapangan. Hasil yang didapatkan adalah rasio kapasitas terbesar dari balok adalah sebesar 2,216 dan kolom sebesar 1,198, lateral displacement terbesar searah Y pada lantai satu sebesar 321,334 mm, lantai dua sebesar 631,997 mm dan lantai 3 sebesar 782,954 mm. Simpangan antar lantai terbesar searah Y pada lantai satu sebesar 321,334 mm, lantai dua sebesar 310,663 mm dan lantai 3 sebesar 150,958 mm. Kegagalan struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya ini disebabkan kecilnya kekakuan struktur dalam arah Y.

Kata kunci : Respon Spektrum, Lateral Displacement.

1. Pendahuluan

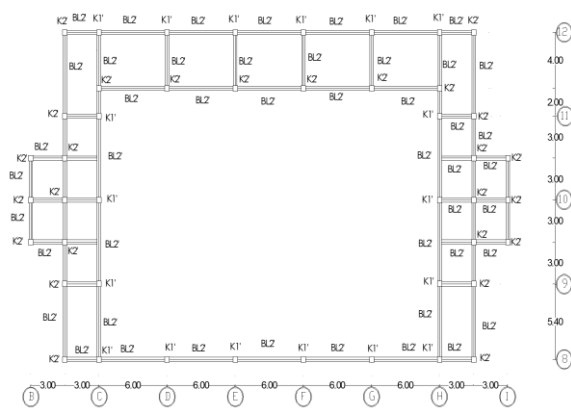
Pada tanggal 7 Desember 2016 terjadi gempa bumi berkekuatan 6,8 SR di daerah Aceh yang berpusat di Kabupaten Pidie Jaya yang membuat banyak bangunan di Kabupaten Pidie Jaya mengalami kegagalan struktur. Salah satu bangunan yang terjadi kegagalan struktur adalah Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya. Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya merupakan bangunan 3 lantai dengan ketinggian 10 m; dengan tinggi lantai satu sebesar 4 m; tinggi lantai dua sebesar 4 m; dan tinggi lantai tiga sebesar 2 m. Denah struktur ruang aula tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Pada saat terjadi gempa tersebut, Gedung

Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya mengalami kegagalan kolom. Kolom pada bagian belakang yaitu

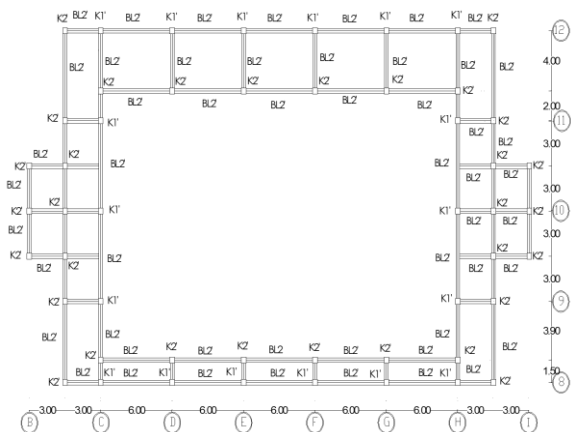
pada Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya yang terbuat dari baja komposit mengalami deformasi permanen yang cukup besar yaitu mencapai ± 420 mm pada bagian atas kolom lantai 3. Dalam analisis struktur, kolom lantai satu dianggap terjepit sempurna pada balok sloof, sehingga tidak diperkenankan terjadi rotasi pada kolom dititik pertemuan dengan balok sloof. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa terjadi rotasi pada kolom lantai satu dititik pertemuannya dengan sloof. Hal ini berarti kolom tidak terjepit sempurna di titik pertemuannya dengan balok sloof. Di samping itu juga dari denah pada Gambar 1

terlihat bahwa kolom pada bagian depan hanya terdapat satu baris saja, sehingga kekakuan struktur dalam arah y menjadi kecil. Kedua hal tersebut merupakan hipotesis (dugaan sementara) penyebab kegagalan struktur ruang aula ini. Maka perlu dilakukan penelitian untuk membuktikan hipotesis tersebut dengan cara melakukan analisis dinamis terhadap struktur tersebut. Analisis dilakukan terhadap dua model sebagai berikut :

- Model 1, struktur seperti yang terdapat pada lapangan (Gambar 1) dengan anggapan tumpuan sendi;
- Model 2, struktur dimodifikasi dengan menambah 6 kolom sehingga denah menjadi seperti Gambar 2 dengan anggapan tumpuan sendi.



Gambar 1. Denah Struktur Ruang Aula



Gambar 2. Denah Struktur Modifikasi

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kegagalan struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya akibat gempa dengan menggunakan metode analisis dinamis respon spektrum terhadap 2 model seperti tersebut di atas dan menganalisis hasil rasio kapasitas, *lateral displacement* dan simpangan antar lantai yang dihasilkan.

Hasil analisis kegagalan struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya disebabkan oleh kurangnya kekakuan struktur dalam arah Y

akibat hanya terdapat satu baris kolom pada bagian muka bangunan.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Wilayah Gempa dan Gempa Bumi

Secara geografis kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng utama dunia yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Oleh karena itu mengakibatkan kepulauan Indonesia berada pada daerah yang mempunyai aktifitas gempa bumi yang cukup tinggi.

Gempa bumi didefinisikan sebagai getaran yang bersifat alamiah, yang terjadi pada lokasi tertentu, dan sifatnya tidak berkelanjutan [1]. Gempa bumi bisa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi) secara tiba-tiba (*sudden slip*). Gempa bumi disebabkan oleh pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak.

2.2 Kegagalan Konstruksi

Kegagalan konstruksi adalah keadaan hasil pekerjaan konstruksi yang tidak sesuai dengan spesifikasi pekerjaan sebagaimana disepakati dalam kontrak kerja konstruksi baik sebagian maupun keseluruhan sebagai akibat dari kesalahan pengguna jasa atau penyedia jasa [2]. Kegagalan struktur adalah kondisi dimana ada satu atau dua komponen struktur, atau bahkan struktur tersebut secara keseluruhan kehilangan kemampuan menahan beban yang dipikulnya.

2.3 Respon Spektrum

Respon spektrum adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik antara periode getar struktur T , lawan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Tiap wilayah di Indonesia memiliki grafik respon spektrum yang berbeda, tergantung dengan lokasi wilayahnya. Grafik respon spektrum pada wilayah di Indonesia secara resmi sudah dikeluarkan oleh Pusat Litbang Perumahan dan Pemukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2.4 Pembebanan

Beban adalah gaya atau aksi lainnya yang diperoleh dari berat seluruh bahan bangunan, penghuni, barang-barang yang ada di dalam bangunan gedung, efek lingkungan, selisih perpindahan, dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi.

Pembebanan yang ditinjau adalah pembebanan akibat beban tetap dan beban tidak tetap (sementara). Beban tetap terdiri atas beban mati (*dead load*) dan

beban hidup (*live load*). Beban tidak tetap (sementara) adalah beban yang intensitasnya berubah terhadap waktu, yakni berupa beban angin dan beban gempa (*earthquake load*).

2.5 Perilaku Struktur

Perilaku struktur adalah perilaku yang ditimbulkan oleh struktur bangunan apabila diberikan suatu gaya baik itu arah x maupun arah y. Perilaku yang ditinjau adalah *lateral displacement* dan simpangan antar lantai. Penentuan *lateral displacement* (δ) dan simpangan antar lantai (Δ) harus diperhitungkan [3].

2.6 Resiko Struktur dan Faktor Keutamaan

Setiap bangunan memiliki resiko struktur bangunan dan faktor keutamaan yang berbeda-beda tergantung jenis pemanfaatan dari bangunan tersebut. Bangunan gedung dan non gedung mempunyai beberapa macam kategori resiko dan faktor keutamaan gedung. Faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa (I_e)
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

2.7 Perencanaan Faktor Daya Tahan dan Beban (LRFD)

Pendekatan umum berdasarkan faktor daya tahan dan beban, atau disebut dengan *Load Resistance Design Factor* (LRFD). Pada metode ini diperhitungkan mengenai kekuatan nominal penampang struktur yang dikalikan oleh faktor pengurangan kapasitas (*under-capacity*) ϕ , yaitu bilangan yang lebih kecil dari 1,0 untuk memperhitungkan ketidak-pastian dalam besarnya daya tahan (*resistance uncertainties*). Selain itu diperhitungkan juga faktor gaya dalam ultimit Q_u dengan kelebihan beban (*overload*) τ (bilangan yang lebih besar dari 1,0) untuk menghitung ketidak-pastian dalam analisa struktur dalam menahan beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), angin (*wind*) dan gempa (*earthquake*).

$$Q_u \leq \phi R_n \dots\dots\dots 1)$$

$$Q_u = \sum \tau_i Q_i \dots\dots\dots 2)$$

Keterangan :

Q_u = Gaya dalam ultimit

R_n = Kekuatan nominal penampang struktur

ϕ = Faktor tahanan

τ_i = Faktor beban

Q_i = Beban mati, beban hidup, angin, dan gempa

2.7.1 Kombinasi lentur dan gaya aksial

Interaksi antara lentur dan gaya aksial pada komponen struktur komposit memperhitungkan stabilitas [4]. Besarnya rasio kapasitas untuk elemen struktur yang mengalami kombinasi lentur dan gaya aksial dihitung sebagai berikut :

$$r = \frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{ux}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{uy}} \right) \leq 1 \dots\dots\dots 3)$$

Keterangan :

P_u = Gaya aksial ultimit

P_n = Gaya aksial nominal

M_u = Gaya dalam ultimit

M_n = Kekuatan nominal penampang struktur

3. Metode Penelitian

3.1 Pengumpulan Data Bangunan

Data gambar bangunan dan detail strukturnya diperoleh dari *as built drawing* Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya. Data mengenai mutu material beton diambil dengan menggunakan *hammer test type N/NR Scrmith Hammer*. Data *hammer test* tersebut didapatkan dari Tim Survey Gempa Pidie Jaya. Data mutu beton yang didapatkan 14,28 MPa. Material baja tidak memungkinkan untuk diambil sampel berdasarkan keadaan di lapangan. Hal ini disebabkan keterbatasan peralatan dan keadaan yang tidak memungkinkan. Oleh sebab itu, data mutu baja dimasukkan sesuai dengan perencanaan dengan $f_y=240$ MPa. Data ini digunakan untuk pemodelan struktur 3D yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan program SAP2000 versi 19.

3.2 Pemodelan Struktur

Struktur pada analisis ini dimodelkan menjadi 2 model karena disebabkan oleh hasil pengamatan di lapangan yang menunjukkan bahwa terjadi rotasi pada kolom lantai satu dititik pertemuannya dengan sloof. Hal ini berarti kolom tidak terjepit sempurna dititik pertemuannya dengan sloof. Untuk mengetahui penyebab kegagalan struktur tersebut pada analisis ini dimodelkan sebagai model 1 dan model 2.

Data-data yang dimasukkan berupa data bangunan, mutu bahan yang digunakan, dan pendimensian sesuai dengan gambar *as built drawing* Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya menggunakan *software* SAP2000 versi 19.

a. Pemodelan grid bangunan

Pemodelan *grid* bangunan berfungsi untuk menentukan jumlah tingkat bangunan, tinggi bangunan, lebar, panjang serta jarak bentang sesuai dengan gambar. *Grid* bangunan untuk model 1 sesuai dengan *as built drawing* Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya (Gambar 1) sedangkan untuk model 2 sesuai dengan Gambar 2.

b. Mutu bahan

Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya ini dibangun menggunakan rangka baja komposit dan beton bertulang dengan mutu bahan sebagai berikut.

- Mutu beton : $f'c = 14,28$ MPa
- Mutu baja : $f_y = 240$ Mpa
 $f_u = 370$ MPa
- Modulus elastisitas baja : 200000 MPa
- Modulus elastisitas beton : 17760,777 MPa
- Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
- Berat jenis beton : 2200 kg/m³
- Berat jenis baja : 7850 kg/m³

c. Pemodelan kolom

Pemodelan kolom yang digunakan sesuai gambar *as built drawing* Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya dengan bahan baja komposit. Penampang kolom yang diteliti adalah K1 50x50 cm dan K2 40x40 cm.

d. Pemodelan balok

Dimensi balok yang dimodelkan sesuai dengan balok pada gambar Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya dengan bahan baja komposit dan beton bertulang. Dimensi balok yang diteliti adalah BL2' 30/50 cm dengan bahan baja komposit dan BL2 30/50 cm dengan bahan beton bertulang.

e. Pemodelan plat lantai

Plat lantai yang dimodelkan adalah plat lantai dengan *material* beton dengan tebal 15 cm. Dilakukan pemodelan plat lantai pada SAP2000 sesuai dengan material dan dimensi yang digunakan.

3.3 Pembebanan

a. Beban mati

Beban mati dalam perencanaan struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya berasal dari berat sendiri struktur. Beban mati terdiri dari beban kolom, beban balok, pelat lantai, dinding dan atap.

b. Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian pada suatu gedung yang berasal dari barang yang dapat berpindah [5].

c. Beban angin

Besarnya tekanan tiup angin ini harus diambil minimum 25 kg/m². Tekanan tiup angin di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai, harus diambil minimum 40 kg/m².

d. Beban gempa

Nilai pada beban gempa diperoleh dari bantuan aplikasi puskim pada situs *website* www.puskim.pu.go.id. Kategori desain seismik diambil kategori E. Hasil data gempa untuk daerah Meureudu Kabupaten Pidie Jaya adalah sebagai berikut.

Data Gempa :

- a. Lokasi bangunan : Meureudu
- b. Tanah dasar : Tanah Lunak
- c. Kategori desain seismik : E
- d. I (faktor keutamaan gempa) : 1,25
- e. R (faktor reduksi gempa) : 8s
- f. SS (percepatan bantuan dasar pada periode pendek) : 0,921
- g. S₁ (percepatan bantuan dasar Pada periode 1 detik) : 0,437

e. Kombinasi pembebanan

Dengan mempertimbangkan arah datang gaya, dalam analisis ini kombinasi pembebanan yang digunakan adalah :

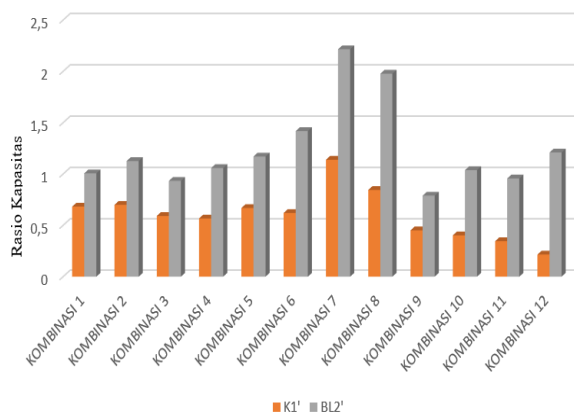
- KP 1 = 1,4 D..... 4)
- KP 2 = 1,2 D + 1,6 L..... 5)
- KP 3 = 1,2 D + 0,5 WX..... 6)
- KP 4 = 1,2 D + 0,5 WY..... 7)
- KP 5 = 1,2 D + 1,0 WX + L..... 8)
- KP 6 = 1,2 D + 1,0 WY + L..... 9)
- KP 7 = 1,8108 D + 1,0 L + 1,3 RSX..... 10)
- KP 8 = 1,8108 D + 1,0 L + 1,3 RSY..... 11)
- KP 9 = 0,9 D + 1,0 WX..... 12)
- KP 10 = 0,9 D + 1,0 WY..... 13)
- KP 11 = 0,2892 D + 1,3 RSX..... 14)
- KP 12 = 0,2892 D + 1,3 RSY..... 15)

4. Hasil dan pembahasan

4.1 Hasil Model 1

a. Rasio kapasitas

Hasil pengecekan rasio kapasitas struktur pada model 1 dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



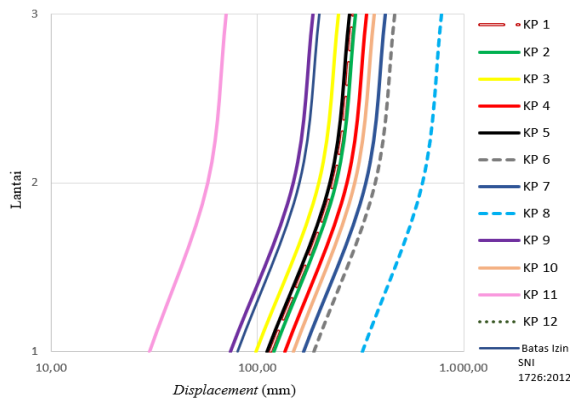
Gambar 3. Grafik Rasio Kapasitas Model 1

Berdasarkan grafik di atas diketahui rasio kapasitas kolom tertinggi pada kombinasi 7 yaitu sebesar 1,139 sedangkan rasio kapasitas balok tertinggi pada kombinasi 7 yaitu sebesar 2,216. Rasio kapasitas tertinggi dari kolom dan balok mempunyai nilai yang lebih besar dari 1,0 sehingga struktur

dengan model 1 sudah tidak aman dan akan mengalami kegagalan struktur.

b. Lateral displacement

Hasil pengecekan perpindahan lateral (*lateral displacement*) arah Y pada model 1 terhadap setiap kombinasi pembebanan (KP) dapat dilihat pada grafik berikut.

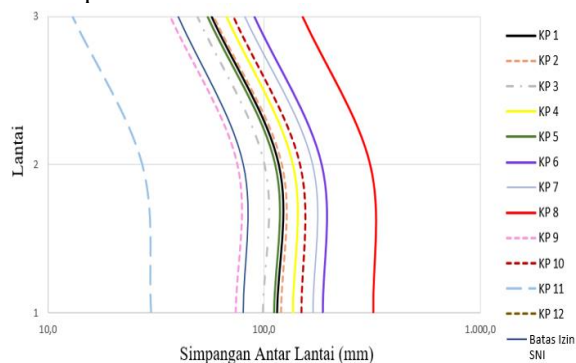


Gambar 4. Grafik Lateral Displacement arah Y Model 1

Gambar diatas menunjukkan besarnya *lateral displacement* arah Y untuk setiap kombinasi pembebanan (KP). Grafik *lateral displacement* arah Y model 1 menunjukkan *displacement* terbesar terjadi pada kombinasi pembebanan 8 (KP 8) sedangkan *displacement* terkecil pada kombinasi pembebanan 11 (KP 11). Berdasarkan Gambar 4.1 tersebut diketahui hanya kombinasi pembebanan 9 dan 11 yang memenuhi persyaratan nilai *lateral displacement* izin, sedangkan nilai *lateral displacement* untuk kombinasi pembebanan lainnya melebihi nilai maksimum yang diizinkan oleh SNI 1726:2012. Hal ini menunjukkan model 1 tidak aman berdasarkan analisis nilai *lateral displacement* arah Y

c. Simpangan antar lantai

Hasil pengecekan simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 5. Grafik Simpangan Antar Lantai

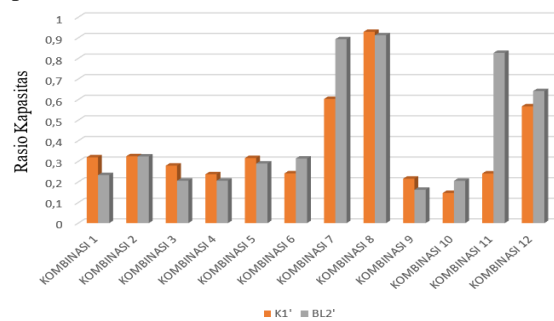
Gambar di atas menunjukkan nilai simpangan antar lantai arah Y model 1 Dari gambar tersebut

dapat diketahui nilai simpangan antar lantai terbesar terjadi pada kombinasi pembebanan 8 (KP 8) sedangkan simpangan antar lantai terkecil pada kombinasi pembebanan 11 (KP 11). Hampir keseluruhan nilai simpangan antar lantai arah Y melebihi nilai simpangan antar lantai yang diizinkan oleh SNI 1726:2012, sehingga struktur dengan model 1 ini tidak aman. Dengan memperhatikan nilai rasio kapasitas, simpangan lateral dan simpangan antar lantai yang diberikan di atas, dapat disimpulkan bahwa struktur model 1 tidak aman dan akan mengalami kegagalan struktur.

4.2 Hasil Model 2

a. Rasio kapasitas

Hasil pengecekan rasio kapasitas struktur pada setiap kombinasi pembebanan (KP) dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.

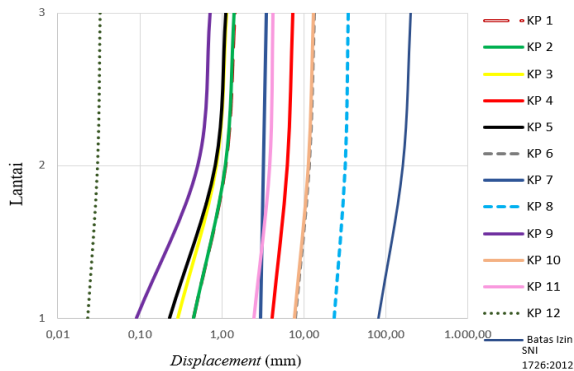


Gambar 6. Grafik Rasio Kapasitas Model 2

Gambar di atas memperlihatkan nilai rasio kapasitas dari kolom dan balok model 2 pada setiap kombinasi pembebanan. Rasio kapasitas kolom tertinggi terjadi pada kombinasi 8 yaitu sebesar 0,929 sedangkan rasio kapasitas balok tertinggi terjadi pada kombinasi 7 yaitu sebesar 0,912. Rasio kapasitas tertinggi dari kolom dan balok tersebut mempunyai nilai lebih kecil dari 1,0 dengan demikian struktur model 2 masih dalam kondisi aman.

b. Lateral displacement

Berdasarkan hasil dari tabel output SAP2000 versi 19 didapat nilai *lateral displacement* pada struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya. Hasil pengecekan perpindahan lateral (*lateral displacement*) struktur arah Y pada model 2 terhadap setiap kombinasi pembebanan (KP) dapat dilihat pada Gambar berikut.

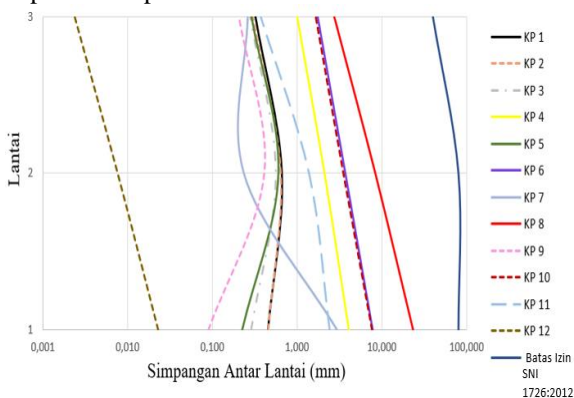


Gambar 7. Grafik Lateral Displacement arah Y Model 2

Gambar di atas menunjukkan nilai *lateral displacement* arah Y pada setiap kombinasi pembebanan (KP). Grafik *lateral displacement* arah Y model 2 menunjukkan *lateral displacement* terbesar terjadi pada kombinasi pembebanan 8 (KP 8) sedangkan *lateral displacement* terkecil terjadi pada kombinasi pembebanan 12 (KP 12). Keseluruhan nilai *lateral displacement* arah Y jauh lebih kecil dari persyaratan yang diberikan oleh SNI 1726:2012. Hal ini menunjukkan *lateral displacement* model 2 memenuhi persyaratan SNI 1726:2012.

c. Simpangan antar lantai

Hasil pengecekan simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 8. Grafik Simpangan Antar Lantai

Gambar di atas adalah nilai simpangan antar lantai arah Y model 2 yang menunjukkan simpangan antar lantai arah Y terbesar terjadi pada kombinasi pembebanan 8 (KP 8) sedangkan simpangan antar lantai arah Y terkecil pada kombinasi pembebanan 12 (KP 12). Keseluruhan nilai simpangan antar lantai arah Y jauh lebih kecil dari persyaratan yang diberikan oleh SNI 1726:2012. Hal ini menunjukkan nilai simpangan antar lantai arah Y model 2 masih dalam batas aman. Berdasarkan nilai rasio kapasitas, perpindahan lateral dan simpangan antar lantai yang diberikan di atas, dapat disimpulkan bahwa struktur model 2 berada dalam kondisi aman dan tidak akan terjadi kegagalan struktur.

4.3 Pembahasan

Model 1 adalah struktur sebagaimana terpasang di lapangan yang denah strukturnya diperlihatkan pada Gambar 1.1 dengan diasumsikan tumpuan sendi dimana dibolehkan terjadi rotasi pada tumpuan. Besarnya nilai deformasi dari model 1 adalah karena kecilnya kekakuan struktur dalam arah Y, dimana hanya terdapat satu baris kolom pada bagian depan bangunan sebagaimana terlihat pada Gambar 1.1.

Model 2 adalah struktur yang dimodifikasi dari kondisi yang ada di lapangan dengan cara menambah 6 buah kolom sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.2, sehingga kekakuan struktur dalam arah Y dapat ditngkatkan. Model 2 diasumsikan tumpuan sendi dimana dibolehkan terjadi rotasi pada tumpuan. Hasil analisis *lateral displacement* dan simpangan antar lantai baik dalam arah Y masih di bawah nilai yang diizinkan oleh SNI 1726:2012. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan nilai *lateral displacement* dalam arah Y, kondisi struktur masih dalam batas aman. Dengan kata lain dengan menambah satu baris kolom sebagaimana pada Gambar 2 dapat meningkatkan kekakuan struktur dalam arah Y, sehingga struktur menjadi aman.

Berdasarkan hasil analisis tersebut terlihat bahwa kegagalan struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya disebabkan oleh kurangnya kekakuan struktur dalam arah Y akibat hanya terdapat satu baris kolom pada bagian muka bangunan.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis respon spektrum dan evaluasi perilaku struktur, penulis mendapatkan kesimpulan penyebab kegagalan struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya adalah karena kecilnya kekakuan struktur arah Y diakibatkan kolom pada bagian depan hanya terdapat satu baris. Berdasarkan hasil analisis untuk model 1 dengan tumpuan sendi nilai *displacement* arah Y pada lantai satu sebesar 321,334 mm, pada lantai dua sebesar 631,997 mm dan lantai 3 sebesar 782,954 mm. Nilai simpangan antar lantai arah Y pada lantai satu sebesar 321,334 mm, pada lantai dua sebesar 310,663 mm dan lantai 3 sebesar 150,958 mm. Untuk model 2 dengan menambahkan 6 buah kolom dan tumpuan diasumsikan sendi nilai *displacement* arah Y pada lantai satu sebesar 23,606 mm, lantai dua sebesar 32,030 mm dan lantai 3 sebesar 34,776 mm. Nilai simpangan antar lantai arah Y pada lantai satu sebesar 23,606 mm, lantai dua sebesar 8,424 mm dan lantai 3 sebesar 2,746 mm.

5.2 Saran

Saran berdasarkan hasil penelitian ini adalah menambahkan 6 kolom pada bagian depan Ruang

Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya seperti pada denah modifikasi (Gambar 2). Melakukan analisis lebih lanjut terhadap Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya terhadap optimalisasi perencanaan seperti sambungan, tinjauan pondasi dan keadaan tanah di lokasi gedung.

6. Daftar Kepustakaan

- [1] Yulianti, R. C., 2015, *Rekayasa Gempa*, Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB.
- [2] Pemerintah Republik Indonesia, 2000, *Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2000 Tentang Penyelenggara Jasa Konstruksi*. Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- [3] Anonim, 2012, *Standar Nasional Indonesia (SNI 1726-2012) tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [4] Anonim, 2015, *Standar Nasional Indonesia (SNI 1729-2015) tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [5] Anonim, 2013, *Standar Nasional Indonesia (SNI 1727-2013) tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.