



KELAIKAN BANGUNAN FASILITAS UMUM UNTUK TEMPAT EVAKUASI TSUNAMI DI KECAMATAN BAITUSSALAM

Yunita Idris^a, Dian Tri Andani Saputra^{b,*}, Syamsidik^a

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

^bAlumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*Corresponding author; email address: dian.3andanisaputra@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<i>Article History:</i> Received 15 July 2021 Accepted 20 December 2021 Online 30 December 2021 <i>Keywords:</i> Evacuation building Earthquake and tsunami Building structures Field assessment Baitussalam	Tsunami evacuation buildings in the tsunami-prone zone area are essential to minimize the number of fatalities. The purpose of this study is to analyze the behavior of the existing building structures caused by earthquake and tsunami loads in the Baitussalam District. The existing buildings that were reviewed were the SD 1 Lambada Klieng Building and the Syahamah Aceh Putra Foundation Building. The methodology in determining the capacity of the existing structures by conducting a field assessment to obtain data on existing buildings which will then be modeled, both existing buildings and a potential design of buildings using structural analysis software. for analysis. The results of the analysis show that the existing buildings need to be strengthened and redesigned to be able to withstand the effects of earthquake and tsunami loads. The remodeled of the buildings included modifying the column dimensions and also additional building stories. The remodeled of the existing building structures to become the tsunami evacuation structures is safe enough against earthquake loads and tsunami loads that occur.

©2021 Magister Teknik Sipil USK. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Bencana tsunami pada 2004 telah menimbulkan korban yang begitu banyak (Saatcioglu, 2009; Syamsidik, 2019). Bangunan yang berada di Kecamatan Baitussalam terletak tidak jauh dari pesisir pantai. Rata-rata bangunan ini merupakan bangunan satu lantai dan hanya beberapa bangunan berlantai 2 atau lebih. Pada saat bencana alam akibat beban gempa dan beban tsunami datang, daerah ini belum memiliki fasilitas untuk tempat evakuasi vertikal yang memadai sehingga pada saat terjadi bencana tsunami datang banyak terjadi korban jiwa yang gagal menyelamatkan diri mereka. Oleh karena itu sangat diperlukan bangunan evakuasi vertikal untuk dapat meminimalisir timbulnya korban jiwa lebih banyak (Yuzal, 2017). Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini akan melakukan peninjauan kelaikan struktur beberapa gedung bertingkat di Kecamatan Baitussalam dan menghitung kekuatan bangunan apabila dilakukan penambahan tingkat dan perubahan dimensi kolom dan balok. Gedung yang akan ditinjau yaitu dua gedung publik yaitu, gedung Sekolah Dasar yang terletak di Gampong Lambada Lhok Kecamatan Baitussalam dan gedung yayasan kesehatan masyarakat yang terletak di Gampong Klieng Cot Aron. Kedua gedung ini dipilih berdasarkan letaknya yang berada pada jalur evakuasi tsunami dan juga memiliki jumlah lantai lebih dari satu sehingga diasumsikan jenis konstruksi adalah konstruksi yang dapat diperkuat untuk penambahan jumlah lantai.

Masalah yang diangkat pada penelitian ini yaitu bagaimana perilaku struktur bangunan bertingkat di Kecamatan Baitussalam terhadap beban gempa dan tsunami serta bagaimana kelaikan bangunan tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melihat perilaku struktur bangunan yang ditinjau yang diakibatkan oleh pembebanan gempa dan tsunami serta melakukan pengembangan dan melihat kelaikan struktur bangunan tersebut untuk tempat evakuasi tsunami.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data struktur bangunan diperoleh dari hasil asesmen lapangan pada gedung sekolah dan gedung yayasan kesejahteraan masyarakat yang berada pada kecamatan Baitussalam. Asesmen lapangan bertujuan untuk pengambilan data dan melihat secara visual keadaan bangunan yang akan ditinjau. Untuk bangunan gedung sekolah, terdapat dua blok bangunan yang memiliki lantai dua sehingga kedua data bangunan tersebut dimodelkan dan dianalisis untuk kapasitasnya sebagai gedung evakuasi. Data bangunan yang didapatkan kemudian akan dimodelkan serta dianalisis menggunakan *software* SAP2000. Dalam melakukan analisis bangunan pada SAP2000 beban yang dilimpahkan pada bangunan yang telah dimodelkan yaitu beban hidup, beban mati, beban gempa, dan beban tsunami. Beban gempa akan dianalisis berdasarkan (SNI 1726, 2019) dengan melihat gaya geser, *displacement*, dan simpangan antar lantai, serta beban tsunami akan dianalisis berdasarkan (SNI 1727, 2020). Data gempa yang digunakan adalah gempa desain dari *website* desain spektra Indonesia PUPR berdasarkan koordinat gedung yang ditinjau. Beban tsunami yang diperhitungkan adalah beban hidrostatis, beban hidrodinamik dan dampak puing. Dimana persamaan yang dipakai untuk menghitung beban-beban tsunami tersebut diambil berdasarkan SNI 1727 – 2020 (SNI 1727, 2020). Untuk penentuan beban tsunami dibutuhkan data tinggi redaman tsunami (*tsunami inundation*), yang memakai data dari Iemura (2012).

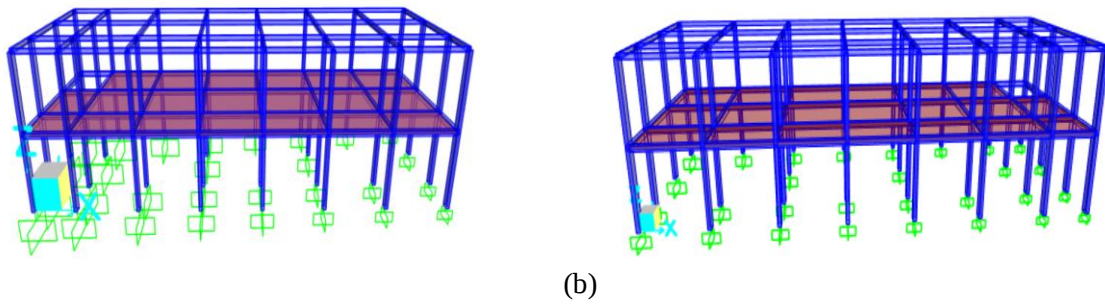
Data bangunan yang eksisting ini kemudian akan disimulasikan dengan penambahan lantai dan ukuran kolom yang sesuai untuk penambahan beban akibat penambahan lantai. Remodel bangunan dengan penambahan lantai ini dilakukan dengan pertimbangan untuk menambah kapasitas dan menjadikan bangunan laik untuk dijadikan sebagai bangunan alternatif untuk bangunan evakuasi tsunami.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

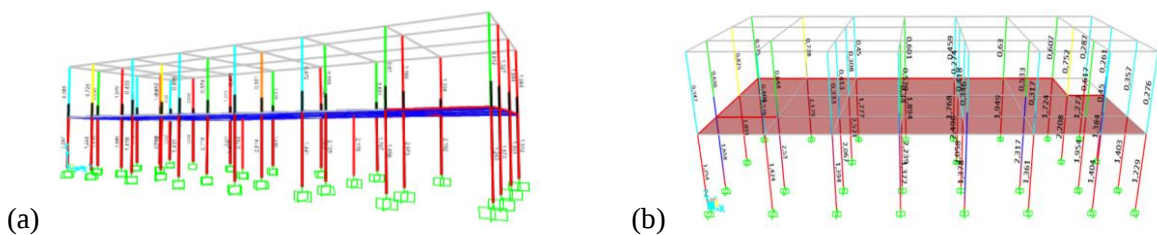
Hasil penelitian berupa data teknis bangunan yang didapatkan dari hasil asesmen lapangan, hasil perhitungan beban gempa dan beban tsunami terhadap gedung sekolah dasar dan gedung yayasan kesejahteraan masyarakat yang dimodelkan pada program SAP2000. Analisis kapasitas bangunan dimulai dengan membuat simulasi perilaku bangunan dengan keadaan sebenarnya dalam menahan beban gempa dan tsunami berdasarkan skenario gempa darat dan model tsunami tahun 2004.

3.1 Hasil Asesmen Lapangan Gedung Existing

Asesmen terhadap kompleks bangunan publik yaitu bangunan gedung sekolah dasar dijabarkan berikut ini. Berdasarkan hasil asesmen lapangan diperoleh data dimensi kolom 20x40 cm, balok 25x30 cm, ringbalk 15x25 cm, jarak antar kolom arah memanjang 4 meter, dan jarak antar kolom arah lebar bangunan 2x3,65 meter dan 2 meter. Ketinggian masing-masing lantai yaitu 4 meter, mutu beton yang didapatkan dari hasil uji hammer test yaitu 18,675 MPa. Pada gedung ini terdapat dilatasi sebesar 10 cm sehingga membagi bangunan ini menjadi 2 bagian. Pemodelan gedung existing, gedung sekolah dasar, dapat dilihat pada Gambar 1(a) dan 1 (b). Bangunan existing yang telah dimodelkan pada SAP2000 kemudian dilakukan pengecekan struktur menggunakan kombinasi beban gempa dan beban tsunami. Hasil pengecekan struktur dapat dilihat pada Gambar 2 (a) dan (b), dimana pada Gambar 2 (a) dan (b) dapat dilihat bahwa kolom bangunan existing ini tidak mampu menahan beban gempa dan beban tsunami yang terjadi ditandai dengan kolom berwarna merah.



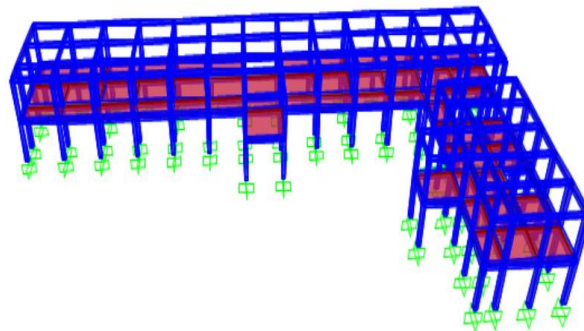
(a) (b)
Gambar 1. Permodelan bangunan sekolah di kecamatan Baitussalam (a) Gedung 1 kompleks gedung sekolah dasar (b) Gedung 2 kompleks gedung sekolah dasar.



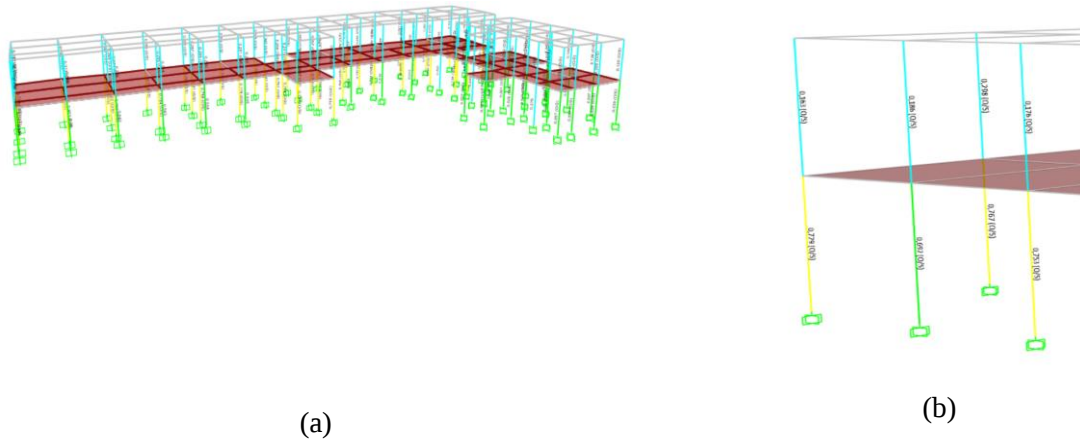
(a) (b)
Gambar 2. Respon bangunan sekolah dasar terhadap simulasi beban gempa (a) Gedung 1 kompleks gedung sekolah dasar (b) Gedung 2 kompleks gedung sekolah dasar.

Hasil pengukuran lapangan untuk bangunan yayasan kesehatan masyarakat adalah berupa pengukuran dimensi kolom dan balok, yaitu d untuk kolom 1 yaitu 40x40 cm, kolom 2 40x25 cm, balok 35x50 cm, dan ringbalk 25x40 cm. Jarak antar kolom arah memanjang yaitu 4,5 meter sedangkan pada arah lebar gedung yaitu 2x3,5 meter dan jarak 2 meter. Tinggi masing-masing lantai bangunan ini adalah 3,8 meter dengan mutu beton yang diperoleh dari hasil uji hammer test yaitu 20,75 MPa. Gedung ini dibangun pada tahun 2008. Gambar pemodelan bangunan dapat dilihat pada Gambar 3.

Bangunan yang telah dimodelkan pada SAP2000, kemudian dilakukan pengecekan struktur dengan tambahan kombinasi beban gempa dan beban tsunami. Hasil pengecekan struktur bangunan ini dapat dilihat pada Gambar 4 (a) dan (b), dimana pada gambar dapat dilihat bahwa kolom bangunan tersebut belum mampu menahan beban yang diakibatkan oleh gempa dan tsunami yang ditandai dengan adanya pemberitahuan overstress (O/S) pada kolom, yang artinya nilai kapasitas masih kurang dari nilai yang beban yang timbul.



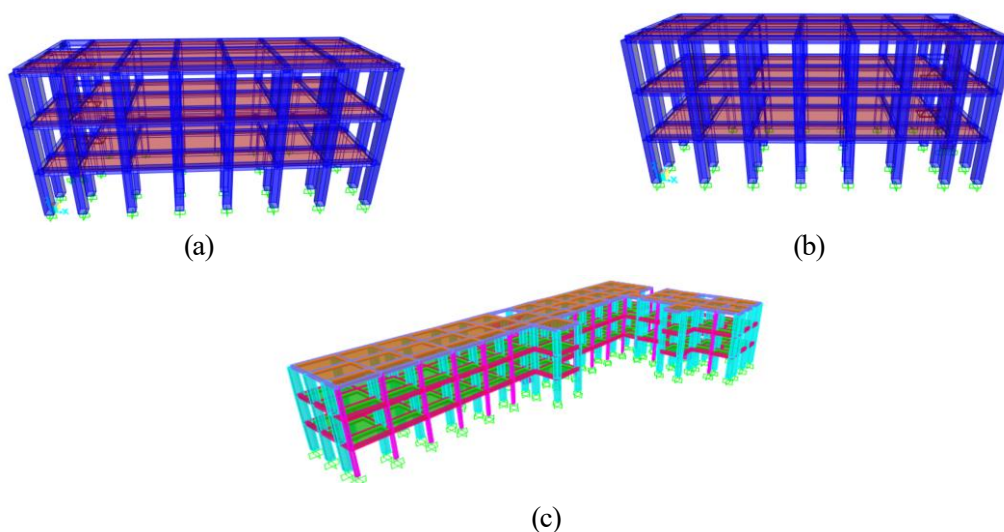
Gambar 3. Pemodelan existing Gedung Yayasan Syahamah Aceh Putra



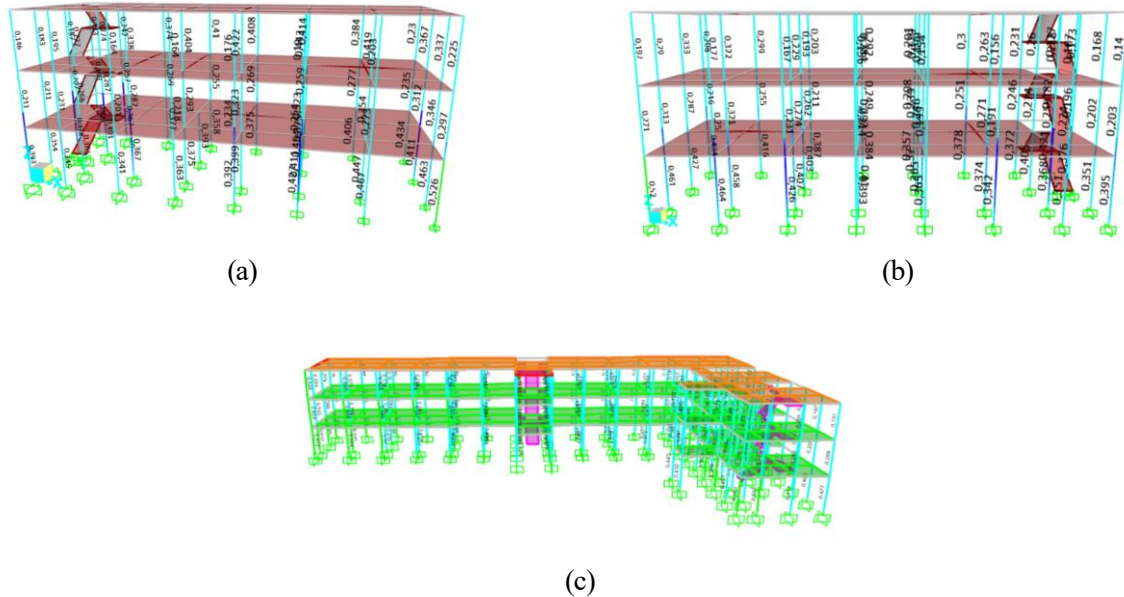
Gambar 4. Hasil perhitungan kapasitas bangunan yayasan kesehatan masyarakat untuk beban gempa
 (a) Permodelan gedung existing (b) Detail kolom yang overstress (O/S).

3.2 Desain gedung dengan penambahan lantai

Berdasarkan BNPB (2013) dalam merencanakan ketinggian sebuah bangunan TES dapat dihitung menggunakan rumus $T = T_i + (3 + \text{freeboard})$. Gedung sekolah dasar pada Lambada Klieng didapatkan nilai tinggi rencananya seharusnya adalah $T = 9,63$ meter, sedangkan tinggi bangunan existing 8 meter maka akan dilakukan penambahan 1 lantai pada bangunan ini sangat dianjurkan untuk menjadikan gedung ini laik untuk dijadikan bangunan evakuasi sementara pada saat tsunami. Pada gedung yayasan kesehatan masyarakat nilai tinggi rencana bangunan yang dibutuhkan untuk menjadikannya laik dalam menghadapi tinggi rendaman tsunami seperti skenario tsunami 2004 adalah $T = 7,55$ meter, sedangkan tinggi bangunan existing 7,6 meter. Untuk itu dibutuhkan penambahan lantai untuk menjadikan bangunan laik sebagai bangunan evakuasi yang dapat menampung masyarakat sekitar. Penambahan lantai ini dapat menambah daya tampung bangunan sebanyak 500 sampai dengan 700 orang. Kapasitas ini didasarkan pada pedoman teknik BNPB (2013) dimana untuk kondisi nyaman adalah 1 meter persegi per orang.



Gambar 4. Permodelan bangunan gedung eksisting dengan penambahan lantai (a) Gedung 1 SD (b) Gedung 2 SD (c) Gedung yayasan kesehatan masyarakat



Gambar 5. Hasil pengecekan struktur dengan penambahan lantai (a) Gedung 1 SD (b) Gedung 2 SD (c) Gedung yayasan kesehatan masyarakat

Pemodelan gedung yang dijadikan obyek dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 (a), (b) dan (c) dimana pemodelan ini dilakukan setelah memenuhi persyaratan untuk sebuah bangunan TES. Serta hasil pengecekan struktur bangunannya dapat dilihat pada Gambar 5 (a), (b) dan (c), dimana struktur bangunan ini telah aman terhadap beban gempa dan beban tsunami. Pada gedung sekolah dasar di Lambada Klieng dan gedung yayasan kesehatan masyarakat yang telah dilakukan penambahan lantai terdapat juga perubahan dimensi kolom menjadi 70x70 cm untuk penyesuaian kapasitas struktur bangunan.

3.3 Hasil analisis bangunan setelah penambahan lantai

3.3.1 Analisis jumlah ragam

Berdasarkan permodelan pada software analisis struktur, analisis jumlah ragam didapatkan dari data modal load participation ratios yang dijabarkan pada Tabel 1. Berdasarkan SNI 1726 – 2019 (2019) modal yang diperoleh harus mencapai 100% atau paling sedikit 90%. Modal yang ditinjau yaitu berdasarkan dynamic percent.

Tabel 1. Modal load participation ratios

Gedung	Static Percent			Static Percent		
	UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
1 SD 1 LB	99,9	99,9	71,3	99,5	99,2	23,1
2 SD 1 LB	99,9	99,9	62,0	99,5	99,3	23,6
YYS SAP	99,8	99,8	38,5	94,5	94,5	5,1

3.3.2 Periode fundamental alami

Periode batas getar pada Gedung SD 1 Lambada Klieng yang dihitung berdasarkan SNI 1726-2019 (2019) yaitu 0,610 detik, sedangkan pada Gedung Yayasan Syahamah Aceh Putra yaitu 0,583 detik. Dapat dilihat pada tabel diatas periode fundamental alami yang dihasilkan dari SAP2000 tidak melebihi batas getar alami yang disyaratkan SNI 1726-2019 (2019) ada masing-masing gedung. Aplikasi SAP 2000 berfungsi sebagai program yang digunakan

untuk menganalisis dan mendesain struktur yang berorientasi obyek dengan beberapa kelebihan dalam perancangan baja dan beton.

Tabel 2. Modal periods and frequencies

Gedung	Output Case	Step Type	Step Num	Period
SMKN1	MODAL	Mode	1	0,318
YBM PLN	MODAL	Mode	1	0,310
YYS SAP	MODAL	Mode	1	0,456

3.3.3 Gaya geser dasar

Berdasarkan SNI 1726:2019 gaya geser dasar dikatakan memenuhi jika kontrol dinamik geser dasar (V_d) dibagi statik geser dasar (V_s) dikali 100% itu harus mencapai 100%. Hasil perhitungan dijabarkan pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5. Hasil perhitungan ini menunjukkan daya geser dasar bangunan dengan penambahan lantai masih memenuhi nilai kontrol dinamik geser dasar.

Tabel 3. Gaya geser dasar Gedung 1 SD 1 Lambada Klieng

	V_d	V_s	kontrol
Gaya Geser Dasar	Kgf	Kgf	$V_d/V_s \times 100\% = 100\%$
arah x	155737	155741	100%(memenuhi)
arah y	155733	155741	100%(memenuhi)

Tabel 4. Gaya geser dasar Gedung 2 SD 1 Lambada Klieng

	V_d	V_s	kontrol
Gaya Geser Dasar	Kgf	Kgf	$V_d/V_s \times 100\% = 100\%$
arah x	159332	159339	100%(memenuhi)
arah y	159340	159339	100%(memenuhi)

Tabel 5. Gaya geser dasar Gedung Yayasan Syahamah Aceh Putra

	V_d	V_s	kontrol
Gaya Geser Dasar	Kgf	Kgf	$V_d/V_s \times 100\% = 100\%$
arah x	334702	334763	100%(memenuhi)
arah y	334750	334763	100%(memenuhi)

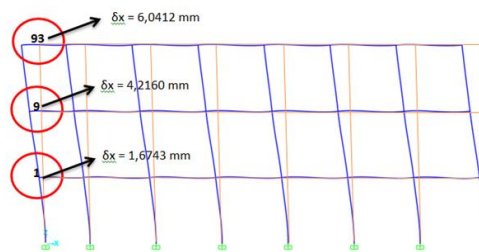
3.3.4 Displacement dan simpangan antar lantai akibat beban gempa arah x dan arah y pada Gedung 1 Sekolah Dasar

Perpindahan terbesar pada atap (elevasi 12 meter) akibat pembebanan gempa pada arah x adalah sebesar 6,04 m (Tabel 6 dan Gambar 6). Sedangkan simpangan antar lantai terbesar pada arah x terdapat

pada ketinggian 8 meter yaitu pada lantai 3. Perpindahan ini masih masuk dalam batasan aman. Hal yang identik terdapat juga pada respon perpindahan bangunan akibat gempa pada arah y (Tabel 7 dan Gambar 7).

Tabel 6. Displacement dan simpangan antar lantai arah x

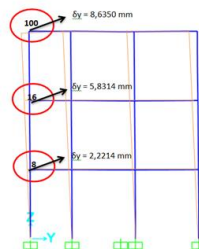
Lt	Hsx (mm)	Δx Mm	Δx mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	4000	6,04	6,69	60	aman
3	4000	4,21	9,31	60	aman
2	4000	1,67	6,13	60	aman
1	0	0	0	0	aman



Gambar 6. Displacement terbesar arah x

Tabel 7. Displacement dan simpangan antar lantai arah y

Lt	Hsx (mm)	Δy Mm	Δy mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	4000	8,63	10,2	60	aman
3	4000	5,83	13,2	60	aman
2	4000	2,22	8,14	60	aman
1	0	0	0	0	aman



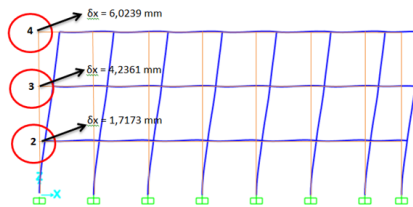
Gambar 7. Displacement terbesar arah y

3.3.5 Displacement dan simpangan antar lantai akibat beban gempa arah x dan arah y pada Gedung 2 Sekolah Dasar

Perpindahan terbesar pada respon gedung 2 sekolah dasar juga terdapat pada atap (elevasi 12 meter) akibat pembebanan gempa pada arah x adalah sebesar 6,02 m (Tabel 8 dan Gambar 8). Sedangkan simpangan antar lantai terbesar pada arah x terdapat pada ketinggian 8 meter yaitu pada lantai 3. Perpindahan ini masih masuk dalam batasan aman. Hal yang identik terdapat juga pada respon perpindahan bangunan akibat gempa pada arah y (Tabel 9 dan Gambar 9). Respon ini tidak terlalu jauh berbeda dengan respon perpindahan pada gedung 1 sekolah dasar.

Tabel 8. Displacement dan simpangan antar lantai arah x

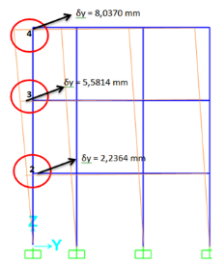
Lt	Hsx (mm)	δx mm	Δx mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	4000	6,02	6,55	60	aman
3	4000	4,23	9,23	60	aman
2	4000	1,71	6,29	60	aman
1	0	0	0	0	aman



Gambar 8. Displacement terbesar arah x

Tabel 9. Displacement dan simpangan antar lantai arah y

Lt	Hsx (mm)	Δy Mm	Δy mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	4000	8,03	9,0	60	aman
3	4000	5,58	12,2	60	aman
2	4000	2,23	8,2	60	aman
1	0	0	0	0	aman



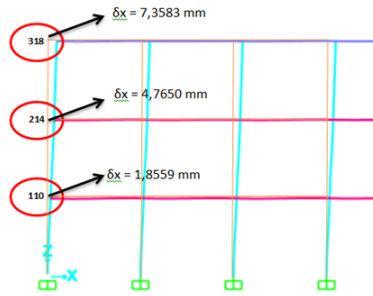
Gambar 9. Displacement terbesar arah y

3.3.6 Displacement dan simpangan antar lantai akibat beban gempa arah x dan arah y pada gedung yayasan kesehatan masyarakat

Besarnya perpindahan puncak bangunan untuk gedung kesehatan masyarakat ini masih dalam batas aman yaitu 7,35 pada arah x (Tabel 10) dan 10,4 pada arah y (Tabel 11). Sedangkan simpangan antar lantai terdapat antara lantai 3 dan 2 yaitu 9,23 pada arah x dan 15,2 pada arah y. Nilai-nilai ini masih termasuk aman.

Tabel 10. Displacement dan simpangan antar lantai arah x

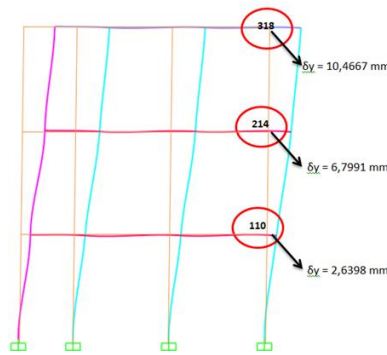
Lt	Hsx (mm)	δx mm	Δx mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	3800	7,35	6,55	57	Aman
3	3800	4,76	9,23	57	Aman
2	3800	1,85	6,29	57	Aman
1	0	0	0	0	Aman



Gambar 10. Displacement terbesar arah x

Tabel 11. Displacement dan simpangan antar lantai arah y

Lt	Hsx (mm)	δy mm	Δy mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	3800	10,4	13,4	57	aman
3	3800	6,7	15,2	57	aman
2	3800	2,6	9,6	57	aman
1	0	0	0	0	aman



Gambar 11. Displacement terbesar arah y

3.3.7 Displacement dan simpangan antar lantai akibat beban tsunami arah x dan arah y pada gedung 1 sekolah dasar

Perpindahan yang diakibatkan beban tsunami menunjukkan nilai perpindahan terbesar pada atap bangunan dan nilai simpangan terbesar terdapat pada lantai tiga yaitu sebesar 0,6 mm. Nilai ini masih berada sangat jauh dari nilai batas perpindahan ijin sehingga termasuk aman (Tabel 12). Sedangkan perpindahan pada arah y termasuk lebih besar karena tsunami disimulasikan pada arah y (Tabel 13).

Tabel 12. Displacement dan simpangan antar lantai arah x

Lt	Hsx (mm)	δx mm	Δx mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	4000	0,3	0,4	60	aman
3	4000	0,2	0,6	60	aman
2	4000	0,07	0,2	60	aman
1	0	0	0	0	aman

Tabel 13. Displacement dan simpangan antar lantai arah y

Lt	Hsx (mm)	δy Mm	Δy mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	4000	30,1	14,4	60	aman
3	4000	26,2	43,3	60	aman
2	4000	14,3	52,7	60	aman
1	0	0	0	0	aman

3.3.8 Displacement dan simpangan antar lantai akibat beban tsunami arah x dan arah y pada gedung 2 sekolah dasar

Perpindahan pada gedung 2 sekolah dasar menunjukkan perilaku yang sama dengan gedung 1 untuk nilai respon bangunan akibat beban tsunami. Perpindahan yang diakibatkan beban tsunami pada arah x (Tabel 14) sangat kecil apabila dibandingkan dengan nilai batas ijin maksimum, sedangkan pada arah y (Tabel 15) mendekati nilai maximum tetapi masih masuk kategori aman.

Tabel 14. Displacement dan simpangan antar lantai arah x

Lt	Hsx (mm)	δx mm	Δx mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	4000	0,28	0,23	60	aman
3	4000	0,22	0,44	60	aman
2	4000	0,10	0,37	60	aman
1	0	0	0	0	aman

Tabel 15. Displacement dan simpangan antar lantai arah y

Lt	Hsx (mm)	δy mm	Δy mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	4000	30,1	13,0	60	aman
3	4000	26,5	42,6	60	aman
2	4000	14,8	54,6	60	aman
1	0	0	0	0	aman

3.3.9 Displacement dan simpangan antar lantai akibat beban tsunami arah x dan arah y pada gedung yayasan kesehatan masyarakat

Perpindahan yang diakibatkan beban tsunami pada gedung kesehatan masyarakat menunjukkan nilai-nilai yang relatif jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan batas maksimum atau batas ijin perpindahan gedung, baik untuk arah x (Tabel 16) maupun arah y (Tabel 17). Sehingga simulasi penambahan jumlah lantai dari dua lantai menjadi tiga lantai dan penambahan dimensi kolom mampu menaikkan kapasitas tampungan dan juga memperkuat bangunan.

Tabel 16. Displacement dan simpangan antar lantai arah x

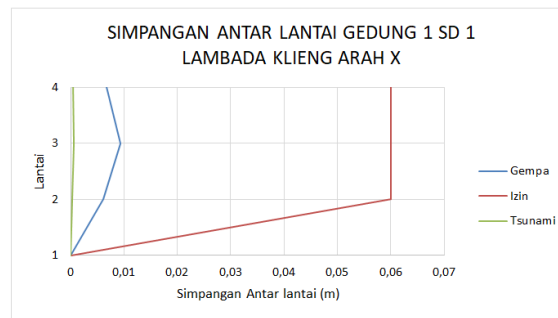
Lt	Hsx (mm)	δx mm	Δx mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	3800	3,4	1,1	57	aman
3	3800	3,1	3,2	57	aman
2	3800	2,2	8,2	57	aman
1	0	0	0	0	aman

Tabel 17. Displacement dan simpangan antar lantai arah y

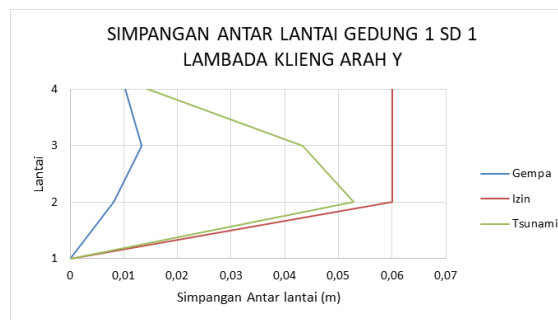
Lt	Hsx (mm)	δy mm	Δy mm	Δa ijin (mm)	Ket
atap	3800	0,02	0,01	57	aman
3	3800	0,01	0,02	57	aman
2	3800	0,01	0,04	57	aman
1	0	0	0	0	aman

4. PEMBAHASAN

Perbandingan simpangan antar lantai terhadap beban gempa dan beban tsunami pada masing-masing gedung yang telah dilakukan penambahan lantai dapat dilihat pada Gambar 12 sampai Gambar 25. Dimana pada gambar tersebut didapatkan informasi mengenai bahwasannya simpangan antar lantai terhadap beban gempa atau grafik berwarna biru dan beban tsunami atau grafik berwarna hijau yang terjadi tidak melebihi batas izin yang disyaratkan pada SNI 1726 2019 (2019) masing-masing gedung atau grafik berwarna merah.



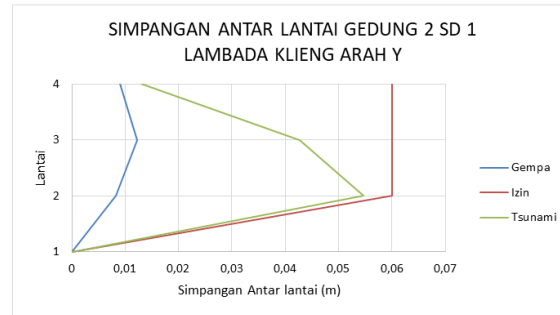
Gambar 12. Grafik simpangan antar lantai arah x Gedung 1 SD



Gambar 13. Grafik simpangan antar lantai arah y Gedung 1 SD



Gambar 14. Grafik simpangan antar lantai arah x Gedung 2 SD



Gambar 15. Grafik simpangan antar lantai arah y Gedung 2 SD



Gambar 16. Grafik simpangan antar lantai arah x gedung yayasan kesehatan masyarakat



Gambar 17. Grafik simpangan antar lantai arah y gedung yayasan kesehatan masyarakat

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bangunan existing ini harus dilakukan penambahan lantai berdasarkan perhitungan tinggi genangan yang terjadi pada masing-masing gedung.

Dari bangunan existing yang telah dimodelkan pada program SAP2000 dan dilakukan pengecekan kekuatan strukturnya, bahwa struktur kolom bangunan existing ini tidak aman untuk menahan beban gempa dan beban tsunami.

Penambahan lantai disertai dengan perubahan dimensi kolom untuk dapat meningkatkan kelaikan struktur bangunan tersebut, dimana dimensi kolom yang telah diubah ini juga dapat menahan beban gempa dan beban tsunami.

DAFTAR PUSTAKA

- ASNI 1726:2019, 2019, *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Badan Standar Nasional.
- SNI 1727:2020, 2020, *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan nongedung*. Badan Standar Nasional.
- BNPB, 2013, Harkunti P. Rahayu, dan Juarni Anita. 2013. *Pedoman teknik 2: Perencanaan tempat evakuasi sementara (TES) tsunami*. BNPB.
- Fasya, A., 2019, *Identifikasi Kesehatan Struktur Gedung Evakuasi di Ulee Lheue Terhadap Beban Tsunami*. Tugas Sarjana, Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala: Banda Aceh.

- Hevianis., Abdullah., T. Budi Aulia. 2016. Kekuatan struktur bangunan penyelamat tsunami akibat beban gempa di kecamatan Kuta Alam Banda Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), pp. 181-190.
- H. Iemura., M. H. Pradona., M. Sugimoto, Y. Takahashi., A. Husen. 2012. Tsunami height memorial poles in Banda Aceh and recommendations for disaster prevention, *Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake*, Tokyo, Japan.
- M, Saatcioglu. 2009. Performance of structures during the 2004 Indian ocean tsunami and tsunami induced forced for structural design. *Geotechnical, Geological, and Earthquake Engineering*, 11, pp. 153-178.
- Syamsidik., Agus Nugroho., Rina Suryani Oktari., Mirza Fahmi. 2019. *Aceh pasca lima belas tahun Tsunami: kilas balik dan proses pemulihan*. Banda Aceh: Tsunami and Disaster Mitigation Research Center (TDMRC) Universitas Syiah Kuala.
- Yuzal., Hendri., Karl Kim., Pradip Pant., Eric Yamashita. 2017, Tsunami evacuation buildings and evacuation planning in Banda Aceh, Indonesia. *Journal of Emergency Management*, 15 (1), pp. 49–61.