

Analisis Pengaruh Penambahan *Shear Wall* Terhadap Periode Getar Awal dan Akhir Struktur Berdasarkan SNI (Rumah Sakit X)

Dodo Zakarya¹, Ting Novelyna H.C.²

Gabriel Jose Posenti Ghewa³, Yohanes Yuli M⁴

email: ¹17b10099@student.unika.ac.id, ²23b10073@student.unika.ac.id, ³ghewa@unika.ac.id, ⁴yuli@unika.ac.id

^{1,2}Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

^{3,4}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

Abstrak

Yogyakarta secara struktural merupakan daerah dengan aktivitas seismik yang cukup tinggi yang disebabkan wilayah tersebut berbatasan dengan zona tumbukan lempeng samudera Indonesia. Gaya lateral baik gaya angin maupun gaya gempa sangat berpengaruh pada bangunan tingkat tinggi maka perlu dihitung pada proses perencanaan. Penambahan *shear wall* bertujuan untuk menahan gaya lateral dan gaya gravitasi sebuah bangunan tingkat tinggi karena kekakuannya lebih besar dari elemen struktur lainnya sehingga dimensi struktur lain dapat diperkecil. Dengan adanya penambahan *helipad*, struktur gedung ini diharapkan harus kuat menahan beban gempa dan beban dari helikopter yang akan mendarat di *rooftop* rumah sakit tersebut. Adanya aplikasi ETABS dapat membantu merancang gedung sesuai dengan ukuran dan kekuatan yang diinginkan. Hasil analisis pengaruh penambahan *shear wall* terhadap periode getar awal dan akhir struktur rumah sakit dapat ditarik kesimpulan mengalami penurunan periode getar struktur dan perencanaan *Shear wall* mampu meningkatkan level kinerja struktur yang semula 81.49% menjadi 86.82% pada arah x dan 81.56% menjadi 86.66% pada arah y. Hasil analisis ini belum mampu memenuhi syarat minimum SNI sebesar 90%. Saran yang dapat diberikan dibedakan pada dimensinya dan dibuat beberapa tipe balok dan kolom, menambah mutu beton dan mutu baja serta diameter baja tulangan dalam pemodelan struktur. Perhitungan beban ditambahkan lebih detail seperti beban angin, hujan, finishing maupun mekanikal elektrik dan plumbing. Menambah titik *shear wall* dan menambah jarak antar kolom portal untuk menaikkan level kinerja struktur.

Kata kunci : Gempa, *Shear wall*, Gedung, ETABS.

Abstract

Yogyakarta is structurally an area with high seismic activity due to the area bordering the impact zone of the Indonesian oceanic plate. Lateral forces, both wind and earthquake forces, are very influential on high level buildings, so it needs to be calculated in the planning process. The addition of a shear wall aims to withstand the lateral force and gravitational force of a high level building because its rigidity is greater than other structural elements so that the dimensions of other structures can be reduced. With the addition of a helipad, the structure of this building is expected to be strong to withstand the weight of the earthquake and the load of the helicopter that will land on the rooftop of the hospital. The existence of the ETABS application can help design buildings according to the desired size and strength. The results of the analysis of the effect of adding shear walls on the initial and late vibrating periods of hospital structures can be concluded that there is a decrease in structural vibrating perode and planning Shear walls are able to increase the level

of structural performance which was originally 81.49% to 86.82% in the x direction and 81.56% to 86.66% in the y direction. The results of this analysis have not been able to meet the minimum SNI requirement of 90%. The advice that can be given is distinguished in its dimensions and made several types of beams and columns, adding to the quality of concrete and the quality of steel and the diameter of reinforcing steel in structural modeling. Load calculations are added in more detail such as wind, rain, finishing and mechanical electrical and plumbing loads. Increase the shear wall points and increase the distance between portal columns to increase the performance level of the structure.

Keywords: Earthquake, Shear wall, building, ETABS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Letak Indonesia secara geografis ada di antara lempeng besar bumi yang saling bertemu yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Australia (Alawiyah dkk, 2021). Oleh karena pertemuan lempeng ini, tingkat resiko terjadinya gempa di Indonesia sangat tinggi. Banyaknya gunung aktif yang ada di sekitar kepulauan Indonesia juga menjadikan potensi terjadinya gempa sangat tinggi. Akibat terjadinya gempa, kerusakan bangunan merupakan salah satu kerugian yang dialami. Keruntuhan bangunan sering terjadi akibat gempa dengan skala besar. Keruntuhan bangunan yang sering terjadi diakibatkan oleh kegagalan struktur pada sambungan balok kolom serta angkur dinding dengan struktur. Tak hanya kerugian secara ekonomi, tetapi kehilangan nyawa juga dapat terjadi akibat gempa. Contoh bencana gempa yang terjadi di Indonesia di daerah Mentawai.

Yogyakarta secara struktural merupakan daerah dengan aktivitas seismik yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena wilayah tersebut berbatasan dengan zona tumbukan lempeng samudera Indonesia. Selain itu, Yogyakarta rawan gempa karena patahan lokal di daratan. Kondisi tektonik tersebut menjadikan Yogyakarta sebagai daerah seismik yang aktif dan kompleks. Meski Yogyakarta dijuluki sebagai daerah rawan gempa, namun tidak menggoyahkan peran strategisnya sebagai penyangga peradaban Jawa hingga NKRI. Bukti sejarah menunjukkan adanya prasasti-prasasti megah seperti Candi Prambanan, Candi Ratu Boko,

dan sederet candi lainnya yang dibangun sejak masa Mataram Kuno pada abad ke-8 Masehi. Sejak zaman Mataram Kuno, Mataram Islam, Kesultanan Ngayogyakarta Hadiningrat, Yogyakarta juga sering dijadikan sebagai pusat pemerintahan bahkan menjadi Ibu Kota Republik Indonesia (Setiawati, 2023). Yogyakarta telah mengalami 13 kali gempa bumi yaitu pada tahun 1840, 1859, 1867, 1875, 1937, 1943, 1957, 1981, 1992, 2001, 2004, 2006 dan 2023. Tahun 2023 gempa di Yogyakarta terjadi pada 30 Juni dengan kekuatan 6.4 skala richter (SR) yang berpusat pada wilayah Bantul pukul 19.57 WIB. Berikut adalah hasil pantauan BMKG dimana Titik gempa yang terjadi pada kota Yogyakarta dengan kekuatan 6.4 SR ditunjukkan pada Gambar 1.

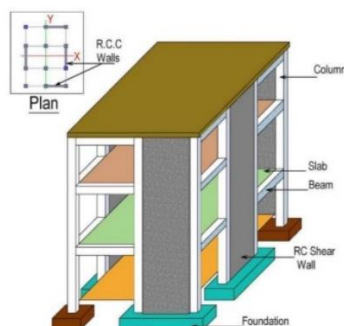


Gambar 1 Titik Gempa Yogyakarta Dengan Kekuatan 6.4 SR

Pembangunan Pembangunan pada saat ini merupakan perkembangan yang sangat pesat. Dengan kendala keterbatasan lahan menjadikan faktor utama untuk pembangunan gedung secara vertikal. Struktur gedung bertingkat sangat rentan terhadap gaya lateral sehingga mengharuskan struktur pada bangunan tersebut harus kuat untuk menahan beban yang terjadi (Wijayana dkk, 2020).

Dalam proses pembangunan perlu dilakukan evaluasi dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan sebuah bangunan akibat adanya ketidaksesuaian pada saat pembangunan, penggunaan, pemeliharaan serta dampak kerusakan bencana alam. Gaya lateral baik gaya angin maupun gaya gempa sangat berpengaruh pada bangunan tingkat tinggi maka perlu dihitung pada proses perencanaan. Penambahan *shear wall* akan mempengaruhi kekakuan bangunan (Al Hanif dan Buwono, 2014).

Penambahan *shear wall* bertujuan untuk menahan gaya lateral dan gaya gravitasi sebuah bangunan tingkat tinggi karena kekakuannya lebih besar dari elemen struktur lainnya sehingga dimensi struktur lain dapat diperkecil. Pada sebuah bangunan, periode getar merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam pemodelan beban gempa. Kegagalan sebuah struktur akibat gempa dikarenakan adanya desain yang salah, perhitungan yang tidak tepat bahkan pelaksanaan pembangunan yang tidak sesuai. Ilustrasi cara kerja *shear wall* dapat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Ilustrasi Peletakan Shear Wall

Penelitian ini dilakukan pada sebuah gedung rumah sakit dengan adanya *helipad* yang berada di *rooftop* untuk membantu transportasi penanganan pasien agar lebih cepat dan efektif. Rumah sakit merupakan objek penting yang memerlukan perhatian dan tindakan pengamanan. Objek penting adalah daerah, tempat, bangunan atau usaha yang berkaitan dengan hidup masyarakat,

kepentingan nasional dan sumber utama pendapatan nasional, yang dapat mempengaruhi dan dapat menggoyahkan stabilitas ekonomi, politik, dan keamanan negara. Sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku, sudah menjadi tanggung jawab polisi untuk melindungi keselamatan sasaran-sasaran penting termasuk rumah sakit.

Dalam konteks keamanan, rumah sakit sebagai

Dengan adanya penambahan *helipad*, struktur gedung ini diharapkan harus kuat menahan beban gempa dan beban dari helikopter yang akan mendarat di *rooftop* rumah sakit tersebut. Adanya aplikasi ETABS ini sangat membantu dalam perancangan gedung sesuai dengan ukuran dan kekuatan yang diinginkan serta dapat diketahui kekuatan dari *shear wall* yang digunakan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah metode analisis yang digunakan berbeda. Metode yang digunakan penelitian sebelumnya menggunakan respon spektrum sedangkan penelitian ini menggunakan metode *time history*. Selain itu penelitian sebelumnya menggunakan analisis *pushover*. Penelitian ini menggunakan SNI 1728:2019 sebagai acuan menentukan batas periode getar awal dan akhir, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan SNI 03-126-2002.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini berdasarkan latar belakang yaitu:

1. Analisis struktur awal memiliki hasil periode getar struktur yang melebihi syarat SNI. Dengan penambahan *shear wall* apakah terjadi penurunan pada periode getar struktur?
2. Analisis pengaruh *shear wall* terhadap kinerja gedung yang ditinjau dari periode getar struktur saat menahan beban gempa. Dengan penambahan *shear wall* ini apakah ada pengaruh terhadap kinerja struktur?

Tujuan Penulisan

Berdasarkan latar belakang yang dibuat, penulis melakukan penelitian dengan tujuan perencanaan sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh *shear wall* pada konstruksi terhadap periode getar struktur,
2. Menganalisis pengaruh *shear wall* terhadap level kinerja struktur ditinjau dari periode getar struktur.

Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan perencanaan penelitian yang dilakukan, ruang lingkup yang mencakup perencanaan sebagai berikut:

1. Perencanaan ini dilakukan pada proyek gedung rumah sakit 6 lantai,
2. Beban gempa dimodelkan sebagai *load case time history* dari mentawai dengan variabel yang ditinjau *velocity* dan *time*,
3. Metode analisa *time history* menggunakan aplikasi ETABS,
4. Perencanaan ini dilakukan pada keadaan tanah lunak yang berada di daerah Puri Anjasmoro Semarang dengan metode *Cone Penetration Test (CPT)* dan nilai q_c sebesar 150 kg/cm^2 .

Manfaat Penelitian

Pelaksanaan penelitian perencanaan ini diharapkan dapat memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Mengetahui keberhasilan penambahan *shear wall* pada sebuah bangunan tahan gempa,
2. Mendapatkan hasil rekayasa beban gempa yang mampu ditahan oleh konstruksi,

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Bertulang

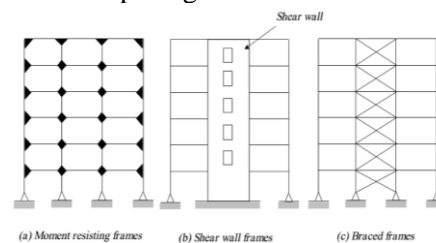
Beton adalah campuran yang terdiri dari pasir, semen, air, kerikil, dan batu pecah yang dapat ditambahkan bahan kimia lalu dicampur menjadi pasta dan dicetak hingga mengeras seperti batu (McCormac, 2000). Selain itu menurut McCormac tahun 2000, penambahan bahan kimia bertujuan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu untuk memudahkan pekerjaan, daya tahan dan waktu pengerjaan. Beton memiliki ketahanan tekan yang tinggi dan kekuatan tarik yang sangat

rendah. Beton bertulang adalah kombinasi beton dan baja.

Sistem Rangka Pada Struktur Beton Bertulang

Menurut Solihati tahun 2014 *rigid frame structur* atau struktur rangka kaku adalah elemen linier yaitu balok dan kolom yang ujungnya dapat dihubungkan oleh titik hubung (*joints*) guna mencegah rotasi diantara elemen yang disambungkan. *Rigid frame structur* terdiri dari kolom dan balok yang disambung dengan *moment resistant connections*. Seperti balok menerus, struktur rangka kaku adalah statis.

Penggunaan dinding geser akan memberikan kontrol *drift* antar lantai. Sebuah struktur harus memenuhi kriteria dasar yaitu kekakuan, kekuatan dan keuletan seperti yang dimiliki oleh dinding geser. Deformasi akibat beban gempa akan berkurang apabila sebuah struktur ditambah dengan dinding geser karena kekakuannya akan lebih besar. *Detailing* tulangan longitudinal dan transversal pada dinding geser akan menghasilkan kekuatan yang dibutuhkan untuk menghindari kerusakan. *Shear wall* digunakan pada bangunan beton bertulang tingkat tinggi seperti mall, rumah sakit, hotel, apartemen dan gedung perkantoran (Nursandah, 2016). Skema *shear wall* diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3 Skema Struktur Kaku Berupa Shear Wall

Shear Wall

Shear wall merupakan struktur beton bertulang yang dibuat dari bawah hingga atas dengan penempatan yang bervariasi (Boy dkk, 2019). *Shear wall* digunakan untuk menahan beban lateral akibat gaya angin atau gempa. Peletakan *shear wall* berada di antara garis

kolom, tangga dan lift. Dinding geser berfungsi untuk menahan beban lateral dengan menyalurkan beban angin atau gempa ke pondasi. Selain itu, dinding geser memberikan kekakuan lateral pada struktur dan membawa beban grafitasi. Dengan perancangan dinding geser yang baik, maka kinerja seismik bangunan dapat meningkat secara drastis (Hegde dan Chougule, 2017).

Periode Getar Struktur

Menurut Universitas Bakrie, beban adalah gaya yang bekerja pada suatu struktur yang menimbulkan tegangan, deformasi, dan perpindahan yang dapat menimbulkan permasalahan struktur bahkan hingga kerusakan bangunan. struktur dipengaruhi banyak jenis beban yang terdiri atas beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

Dalam SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung terdapat rumus untuk menentukan periode fundamental pendekatan (T_a) dalam detik yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$T_a = C_t h_n^x \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

h_a = Ketinggian struktur (m)

Koefisien C_t dan x ditentukan dari Tabel 1

Tabel 1 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x

Tipe Struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka pemikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0.0724	0.8
• Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488	0.75

Sumber: SNI 1726, 2019

Selain dari Tabel 1, dapat menentukan periode fundamental pendekatan dalam detik dengan

Persamaan 2 untuk struktur dengan ketinggian dibawah 12 lantai dengan sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari rangka pemikul momen beton keseluruhan atau baja keseluruhan dan rata-rata tiap lantai kurang lebih 3 m:

$$T_a = 0.1N \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

N = jumlah tingkat

Sedangkan untuk struktur dinding geser batu bata atau dinding geser beton dengan ketinggian kurang dari 36.6 m, perhitungan T_a menggunakan Persamaan 3:

$$T_a = \frac{0.00058}{\sqrt{C_w}} h_n \dots \dots \dots (3)$$

dimana C_w dihitung dari Persamaan 4:

$$C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{i=1}^x \left[\frac{A_i}{1+0.83\left(\frac{h_n}{D_i}\right)^2} \right] \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

- A_B = luas dasar struktur (m²)
- A_i = luas badan dinding geser ke-i (m²)
- D_i = panjang dinding geser ke-i (m)
- X = jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif memikul gaya lateral dalam arah yang ditinjau.

Untuk menghitung periode akhir, T_a dikalikan dengan C_u . C_u adalah koefisien yang dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung

Parameter Percepatan Respons Spektral Desain Pada 1 Detik, S_{2T}	Koefisien C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Sumber: SNI 1726,2019

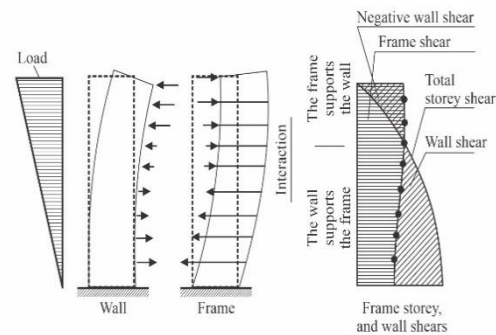
Time History

Riwayat waktu atau *time history analysis* adalah dasar struktur bangunan yang digetarkan oleh gempa yang pada umumnya memakai rekaman gempa tertentu (Kevin,

2010). Sebagai sifat beban dinamis, penyelesaian/perhitungan respon struktural tidak hanya selesai sekali, tetapi juga ratusan atau bahkan ribuan kali. Penguasaan peralatan komputer dan integrasi numerik adalah syarat untuk masalah dinamis dari model *Time History Analysis* (THA). Analisis dinamik linear riwayat waktu sangat cocok untuk analisis struktural yang tidak teratur terdapat dampak gempa bumi. Mempertimbangkan pergerakan tanah yang disebabkan oleh gempa bumi dan sulit untuk diperkirakan dengan tepat, maka sebagai input gempa dapat disimulasikan gerakan tanahnya (Simatupang dkk, 2019).

Analisis Non Linear

Analisis struktural telah menggunakan metode elastisitas linier yang secara implisit mengasumsikan deformasi kecil dan kerusakan terbatas pada elemen struktural serta kinerja yang mendekati elastis di semua elemen struktural (Antoniou dan Pinho, 2018). Metode elastis masih banyak digunakan saat mendesain struktural baru, hal ini masuk akal karena dalam struktural baru, insinyur dapat memilih sifat kekuatan dan kekakuan suatu bagian sedemikian rupa sehingga elastisitasnya cukup terdistribusi ke berbagai bagian struktural tanpa deformasi yang besar pada waktu tertentu hingga menjadikan letak bangunan lebih rawan. Detail kekuatan yang cermat dari komponen struktural membentuk kerangka kerja yang efektif dan cukup akurat untuk desain struktural baru dan sangat andal. Interaksi antara *shear wall* dan *frame wall* dengan pengaruh beban lateral ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Interaksi Antara *Frame* Dan *Shear Wall* Pada Dua Sistem Di Bawah

Level Kinerja Struktural

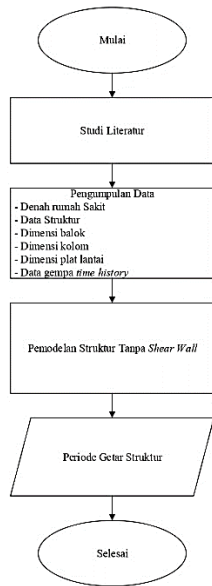
Menurut Putri dkk, level kinerja struktural adalah kemampuan suatu struktural terhadap gempa yang dirancang. Kerusakan struktural akibat gempa rencana dengan periode ulang tertentu dapat dilihat level kinerja strukturalnya. Kinerja struktural direncanakan sesuai dengan kegunaan bangunan serta mempertimbangkan keekonomisan perbaikan bangunan saat terjadi gempa. Analisis yang dilakukan menghasilkan persentase massa ragam terkombinasi. Persentase minimum massa ragam menurut SNI 1726 tahun 2019 sebesar 90%.

Penelitian Sejenis

Pada jurnal yang ditulis oleh Astuti (2015) yang berjudul Pengaruh Penambahan Dinding Geser (*Shear Wall*) pada Waktu Getar Alami Fundamental Struktural Gedung. Dari penelitian yang dilakukan mengacu pada SNI 03-126-2002. Sebuah gedung yang diteliti termasuk gedung fleksibel dan diperlukan penambahan elemen struktural untuk meningkatkan kekakuan gedung tersebut. Penambahan dinding geser mampu meningkatkan kekakuan dengan menurunnya periode getar yang terjadi. Displacement yang terjadi dapat berkurang akibat adanya struktural dinding geser ini. Sedangkan menurut Dina (2022) dengan judul Efek Penggunaan *Shear Wall* Terhadap Perilaku dan Level Kinerja Struktural Gedung Pabrik X, memiliki kesimpulan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh Astuti (2015).

Penelitian ini juga mendapatkan hasil penambahan *shear wall* yang mampu memperkecil periode getar struktur. Gaya geser sebuah gedung dipengaruhi oleh beban yang bekerja gedung tersebut.

METODE PENELITIAN



Gambar 5 Diagram Alir Penelitian

PEMBAHASAN

Data Proyek

Pengumpulan data merupakan tahap yang dilakukan pertama kali untuk menunjang pemodelan dan analisis yang akan dikerjakan. Data yang diperlukan berupa data teknis yang berisi tentang denah struktur, spesifikasi material, serta data gempa *time history* yang akan digunakan untuk pemodelan dan analisis. Data proyek yang digunakan yaitu struktur rumah sakit X dengan total ketinggian 6 lantai dan gempa di Mentawai untuk melakukan analisis. Berikut penjabaran dari data proyek yang digunakan.

Data Teknis Proyek

Data teknis proyek yang akan digunakan yaitu jumlah lantai. Data ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

- Jumlah lantai

Pada rumah sakit X ini jumlah lantainya ada 6 lantai, dengan 1 lantai basement dan 5 lantai utama.

- Elevasi dan fungsi tiap lantai bangunan

Fungsi dan elevasi tiap lantai berbeda-beda, dan dapat dijabarkan pada Tabel 3

Tabel 3 Elevasi dan Fungsi Tiap Lantai Bangunan

Elevasi (m)	Lantai	Fungsi
-3.70	Basement	Ruang kompresor sentral, kantor parkir, ruang satpam, ruang laundry, ruang sampah, parkir mobil, area loading dan unloading, musholla, gudang, ruang persiapan, dapur, locker, toilet
+0.00	Ground Floor	radiologi, tabung medik, laboratorium, apotik, lobby, unit gawat darurat, ruang tunggu poliklinik, farmasi, toilet, ruang janazah, ruang dokter, ruang perawat
+4.50	Lantai 1	ruang operasi, ruang tunggu, ruang rawat, kebidanan, nurse station toilet, ruang ICU, toilet
+8.00	Lantai 2	ruang rawat, nurse station, toilet
+11.50	Lantai 3	ruang rawat, nurse station, toilet
+15.00	Lantai 5	ruang rawat, nurse station, kantor pengelola, ruang rapat, ruang pimpinan, auditorium, toilet
+18.50	Lantai Atap	belahpaku, ruang, mesin lift

Mutu Beton dan Baja Tulangan

Nilai mutu beton dan baja tulangan pada setiap struktur berbeda. Mutu beton dan baja tulangan diuraikan pada Tabel 4

Tabel 4 Mutu Beton dan Baja Tulangan Tiap Struktur

Struktur	Mutu Beton	Mutu Baja Tulangan Utama	Mutu Baja Tulangan Sengkang
Kolom	f_c 40	BJTS - 420A	BJTS - 280
Balok Induk	f_c 35	BJTS - 420A	BJTS - 280
Balok Anak	f_c 25	BJTS - 420A	BJTS - 280
Plat Lantai	f_c 40	BJTS - 420A	BJTS - 280
Plat Dak Atap	f_c 40	BJTS - 420A	BJTS - 280
Plat Basement	f_c 40	BJTS - 420A	BJTS - 280

Rasio Partisipasi Modal Massa

Dalam SNI 1726 : 2019 jumlah ragam partisipasi massa terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur. Jumlah minimum untuk mencukupi massa ragam terkombinasi sebesar 90% dari massa aktual masing-masing arah horizontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model. Berdasarkan hasil analisis ETABS struktur tanpa *shear wall* didapatkan jumlah ragam sebanyak 12 yang belum memenuhi syarat 90% dengan total *Modal Participating Mass Ratios* (MPMR) arah sebesar 81.49% dan arah y sebesar 81.56%. Untuk analisis ETABS Menggunakan *shear wall* didapatkan jumlah ragam sebanyak 12 yang belum memenuhi syarat 90% dengan total MPMR arah sebesar 86.82% dan arah y sebesar 86.60%.

Perhitungan Nilai Maksimum Periode Getar

Perhitungan nilai maksimum periode getar berdasarkan rumus SNI merupakan nilai izin dari periode getar yang dianalisis. Hasil perhitungan nilai maksimum periode getar berdasarkan rumus SNI pada dua pemodelan yaitu pemodelan tanpa *shear wall* dan dengan *shear wall* adalah sebagai berikut :

1. Pemodelan tanpa *shear wall*

Koefisien pembatas periode

$$C_t = 0.0466 \quad (\text{Tabel 1})$$

$$x = 0.9 \quad (\text{Tabel 1})$$

$$C_u = 1.4 \quad (\text{Tabel 2})$$

$$\begin{aligned} \text{Periode awal } (T_0) &= C_t \times h_n^x \\ &= 0.0466 \times 22.2^{0.9} \\ &= 0.758 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Periode akhir } (T_1) &= T_0 \times C_u \\ &= 0.758 \times 1.4 \\ &= 1.061 \text{ detik} \end{aligned}$$

2. Batasan periode getar struktur dengan *shear wall*

Koefisien pembatas periode

$$C_t = 0.0488 \quad (\text{Tabel 1})$$

$$x = 0.75 \quad (\text{Tabel 1})$$

$$C_u = 1.4 \quad (\text{Tabel 2})$$

$$\begin{aligned} \text{Periode awal } (T_0) &= C_t \times h_n^x \\ &= 0.0488 \times 22.2^{0.75} \\ &= 0.499 \text{ detik} \end{aligned}$$

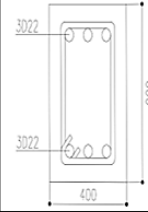
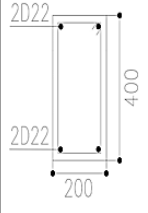
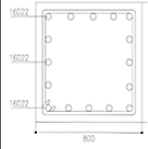
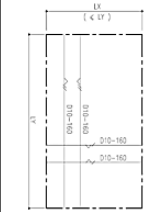
$$\begin{aligned} \text{Periode akhir } (T_1) &= T_0 \times C_u \\ &= 0.499 \times 1.4 \\ &= 0.699 \text{ detik} \end{aligned}$$

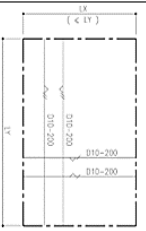
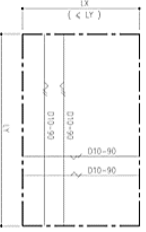
Nilai periode getar awal dan akhir dari permodelan yang telah dilakukan dari struktur tanpa *shear wall* mengalami penurunan setelah ditambahkan *shear wall*. Sehingga penambahan *shear wall* efektif untuk menahan beban lateral pada struktur.

Pembebanan

Pembebanan yang digunakan pada analisis ini berdasarkan dari SNI 1727:2020. Beban yang diperhitungkan antara lain beban mati (*dead load*) serta beban gempa *time history*. Rekap data hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekap Data Hasil Perhitungan

Subjek	Detail Gambar	Jumlah	A _s (mm ²)
Gambar 6 Balok Babak		Utama 3 D 22	840
		Sengking 3 D 10-250	235.62
Gambar 7 Balok Anak		Utama 1 D 22 Sengking 2 D 10-22	211
		Sengking 2 D 10-150	157.08
Gambar 8 Kolom		16 D 22-700	6082
Gambar 9 Plat Balok-balok Tetap 500 mm		Ø 10-160	483.333

Nomor	Detail Gambar	Jumlah	As (mm)
Gambar 10 Plat Lantai Tebal 150 mm		Ø 10-200	353
Gambar 11 Plat Dak Atap Tebal 300 mm		Ø 10-90	817

Pemodelan Struktur Menggunakan Aplikasi ETABS

Setelah ditambahkan *shear wall*, maka dilakukan pengecekan sehingga memperoleh hasil periode awal dan akhir struktur dengan *shear wall*. Periode awal yang diperoleh sebesar 0.691 detik dan periode akhirnya sebesar 0.098 detik. Hasil dari periode awal struktur tanpa *shear wall* ini memenuhi syarat dari periode getar maksimal.

Penambahan kekuatan gedung dengan menggunakan *shear wall* dilakukan untuk mengevaluasi dampak dari pembebanan struktur (Prabowo dan Lutfi, 2020). Penggunaan ETABS ini merupakan salah satu metode analisis yang kami pilih. Hasil analisis yang telah dilakukan mengalami perubahan yaitu *shear wall* mampu mereduksi periode getar struktur dengan menambah kekakuan struktur gedung rumah sakit yang kami analisa. Analisis kami mengacu pada SNI 1726 : 2019 dengan periode getar maksimal sebesar 0.5 detik. Penelitian ini dilakukan untuk memastikan keamanan struktur gedung terhadap beban yang ditambahkan serta memastikan bahwa *shear wall* bekerja sesuai apa yang diharapkan.

Penggunaan *shear wall* dapat meningkatkan inersia dan kekakuan struktur bangunan. *Shear wall* merupakan salah satu sistem penahan gaya gempa dan menambah kekakuan bangunan tersebut. *Shear wall*

mampu menyerap gaya lateral dan meningkatkan kemampuan struktur untuk menahan gaya-gaya yang lain secara efektif. Gedung tanpa *shear wall* tidak memiliki kekakuan yang tinggi seperti gedung dengan *shear wall*. Penempatan *shear wall* perlu dipertimbangkan secara baik sehingga dapat memberikan efek yang maksimal pada kekakuan struktur gedung. Penempatan *shear wall* yang tidak tepat dapat membuat pusat beban dan pusat penahan tidak sejajar sehingga *shear wall* tidak efektif dalam menambah kekakuan struktur gedung (Hasibuan dan Ma'arif, 2022).

Analisis menggunakan ETABS ini dapat membantu untuk mengetahui dimana letak *shear wall* yang tepat agar bekerja secara optimal. Lokasi, arah beban, dan karakteristik struktur gedung yang akan dianalisis perlu diperhatikan. Meningkatkan kekakuan struktur gedung untuk menahan gaya-gaya yang bekerja perlu penempatan *shear wall* yang tepat. Sehingga pemilihan letak *shear wall* harus dilakukan secara cermat dan matang. Selain letak *shear wall* yang mempengaruhi periode getar struktur gedung dengan *shear wall*, ada beberapa faktor lain yang mampu mempengaruhi periode getar struktur gedung antara lain jumlah *shear wall*, kekuatan *shear wall*, ketebalan *shear wall*, geometri struktur, kondisi tanah, kekuatan dan koefisien redaman, massa struktur, dan pengaruh beban gempa (Hasibuan dan Ma'arif, 2022).

Beberapa faktor yang mempengaruhi periode getar struktur dengan penggunaan *shear wall* antara lain letak *shear wall* yang merata dan memiliki letak yang tepat dapat meningkatkan kekakuan struktur gedung. Untuk menahan gaya lateral dengan lebih baik diperlukan *shear wall* dengan kekuatan dan ketebalan yang tinggi. Pengaruh geometri struktur dengan tinggi, lebar dan ukuran ruangan yang konsisten mampu meningkatkan kekakuan struktur gedung. Struktur yang dibangun di atas tanah yang stabil dan keras mampu mengurangi periode getar. Selain itu klasifikasi tanah dan kondisi geologi sekitar juga mempengaruhi periode getar struktur saat

terjadi gempa. Struktur dengan kekuatan yang lebih tinggi dan koefisien redaman yang lebih rendah dapat meningkatkan kekakuan struktur dan mengurangi periode getar. Struktur memiliki massa yang beragam. Struktur yang bermassa lebih besar dapat meningkatkan kekakuan struktur sehingga mampu mengurangi periode getarnya. Dan faktor terakhir adalah pengaruh beban gempa. Semakin besar guncangan akibat skala gempa yang tinggi maka akan semakin mempengaruhi periode getar yang akan dialami oleh struktur (Hasibuan dan Ma'arif, 2022).

Setelah *shear wall* ditempatkan pada posisi tersebut, dapat dilihat bahwa periode getar struktur yang terjadi mengalami perubahan. Pada analisis yang telah dilakukan, penambahan *shear wall* berhasil mereduksi periode getar awal dan akhir struktur gedung rumah sakit x ini. Analisa pada struktur gedung tanpa *shear wall* mendapatkan nilai periode getar awal sebesar 0.758 detik dengan periode getar akhir sebesar 1.061 detik. Setelah ditambahkan *shear wall* periode getar awal menjadi 0.499 detik dengan periode getar akhir sebesar 0.699 detik. Perbedaan yang didapat antara analisis ini dan penelitian sebelumnya adalah perilaku struktur dan modifikasi strukturnya berbeda.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis pengaruh penambahan *shear wall* terhadap periode getar awal dan akhir struktur rumah sakit dengan menggunakan aplikasi ETABS dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Sebelum ditambahkan *shear wall*, periode getar struktur rumah sakit x ini masih melebihi dari syarat SNI. Setelah ditambahkan *shear wall* maka mengalami penurunan periode getar strukturnya.
2. *Shear wall* mampu meningkatkan level kinerja struktur yang semula 81.49% menjadi 86.82% pada arah dan 81.56% menjadi 86.66% pada arah y. Hasil analisis

ini belum mampu memenuhi syarat minimum SNI sebesar 90%.

Saran

Ada beberapa saran yang dapat diberikan untuk analisis selanjutnya antara lain sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dibedakan dimensinya dan dibuat beberapa tipe balok dan kolom, menambah mutu beton dan mutu baja serta diameter baja tulangan yang akan pada pemodelan struktur.
2. Perhitungan beban dapat ditambahkan lebih detail seperti beban angin, hujan, finishing maupun mekanikal, elektrikal dan plumbing.
3. Menambah titik *shear wall* dan menambah jarak antar kolom portal untuk menaikkan level kinerja struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hanif, B., dan Buwono, H. K. (2014): Analisis pengaruh *shear wall* terhadap simpangan struktur gedung akibat gempa dinamis, *Jurnal Konstruksia*, 5(2).79-80.
- Alawiyah, N., Istianti, T., dan Arifin, M. H. (2021): Pengembangan alat seismograf sederhana sebagai media pembelajaran materi IPS di SD dampak letak geografis Indonesia.
- Antoniou, S., dan Pinho, R. (2018): Nonlinear seismic analysis of framed structures: recent developments.
- Astuti, P. (2015): Pengaruh penambahan dinding geser (*shear wall*) pada waktu getar alami fundamental struktur gedung. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 18(2). 145-146.
- Boy, W., Imani, R., dan Jaya, R. (2019): Effect of *shear wall* on building structure respons. *Construction and Material Journal*, 1(2).

- BSN, SNI 1726. (2019). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung
- Hasibuan, S. A. R. S, dan Ma'arif, F. (2022) : Optimasi letak shear wall pada struktur gedung. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 5 (4). ISSN 2622-545X
- Hegde, R., dan Chougule, V. (2017): Shear wall as lateral load resisting system. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(5)
- Kevin, K. (2014): Kajian perbandingan respon dinamik linier dengan analisis riwayat waktu (time history analysis) menggunakan modal analisis (mode superposition method) dan integrasi langsung (direct time integration method) (doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- McCormac, J.C. (2000): *Desain beton bertulang edisi kelima jilid 1*. Erlangga. 1-4.
- Nursandah, A. (2016): Pengaruh Bentuk Dinding Geser Terhadap Deformasi Gedung Pada Gempa Zone 5. *Jurnal Agregat*, 1(1). 16–17.
- Prabowo, A., dan Lutfi, M. (2020) : Analisis Struktur Bangunan Gedung Sekolah akibat Penambahan Ruang Kelas Baru (Studi Kasus di SMK Bina Putera Kota Bogor). *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur dan Fasilitas*, 4(2).
- Putri, L. A., Farni, I., & Anggraini, R. Analisis level kinerja struktur bangunan bertingkat terhadap beban gempa menggunakan metode pushover. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, 2(1). 1
- Wijayana, H., Susanti, E., dan Septiarsilia, Y. (2020): Studi perbandingan letak shear wall terhadap perilaku struktur dengan menggunakan SNI 1726: 2019 dan SNI 2847: 2019. *In Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 1(1)..