

# KEEFEKTIFAN PENGGUNAAN *SHEAR WALL* PADA MENARA AIR KAPASITAS 10000 LITER

Teddy Irawan<sup>1\*</sup>, Amelia Rajela<sup>2</sup>, Rita Anggrainy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palembang

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas IBA Palembang

\*E-mail : teddyir53@gmail.com

## Abstract

*In multi-story buildings, the ability to resist lateral forces is very important because the higher the structure, the greater the impact of earthquakes on its stability. To increase the stiffness of the structure, shear walls are used as a lateral force resisting system. Type 1 model is a structure without shear walls, so the load is only supported by columns and beams. Type 2 uses one shear wall on one side of the building, while Type 3 uses two shear walls on both sides of the building. The analysis results show that the largest P-Delta value occurs in Type 1 at 1.635 mm, whereas Type 2 decreases to 0.00056 mm, and Type 3 reaches 0.0001 mm. This indicates that the use of shear walls can reduce lateral deformation and improve the stability of water tower structures.*

**Keywords :** *P-Delta, Shear Wall, Water Tower, Load*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dan termasuk dalam jalur *Ring of Fire*, sehingga memiliki tingkat kerawanan gempa yang tinggi akibat aktivitas pergerakan lempeng yang dapat menyebabkan kerusakan hingga keruntuhan bangunan. Pada bangunan bertingkat, kemampuan menahan gaya lateral menjadi aspek penting karena semakin tinggi struktur, semakin besar potensi kerentanannya terhadap gempa. Salah satu metode yang umum digunakan untuk meningkatkan kekakuan struktur sekaligus mengurangi simpangan adalah penerapan dinding geser (*shear wall*) pada struktur bangunan, yang kinerjanya sangat dipengaruhi oleh penempatannya dalam sistem struktur. Keberadaan *shear wall* terbukti mampu menambah kekakuan bangunan. Oleh karena itu, dalam perancangan gedung bertingkat, perhatian utama difokuskan pada peningkatan kekuatan terhadap gaya lateral, di mana posisi *shear wall* memegang peranan penting dalam menentukan respons struktur terhadap beban tersebut (Syafwandi dkk, 2024; Utama dkk, 2024).

Dalam perencanaan struktur, beban lateral perlu diperhitungkan secara cermat agar bangunan mampu menahan pengaruh gaya dari angin maupun gempa. Saat ini, banyak gedung bertingkat tinggi memanfaatkan *shear wall* sebagai elemen utama untuk menahan beban lateral tersebut. *Shear wall* merupakan dinding vertikal yang berfungsi menahan gaya lateral dan gravitasi sekaligus meningkatkan kestabilan struktur. Elemen ini memiliki kekakuan yang sangat tinggi, baik pada bidangnya maupun arah tegak lurus nya. Karena kekakuannya lebih besar dibandingkan elemen struktur lainnya, sebagian besar beban lateral dan gravitasi akan ditahan oleh *shear wall*. Dengan demikian, dimensi elemen struktur lain dapat dirancang lebih efisien (Hanif dan Biwono, 2014).

Gaya utama yang bekerja saat gempa adalah gaya lateral, yang dapat memicu deformasi dan menurunkan kestabilan struktur bangunan. Oleh sebab itu, pada wilayah dengan tingkat kerawanan gempa tinggi, diperlukan sistem penahan gaya lateral seperti *shear wall* dalam perencanaan struktur. Penambahan elemen *shear wall* tersebut tentu akan memengaruhi perilaku dan

kinerja struktur bangunan secara keseluruhan (Septiana dkk, 2022).

Penambahan *shearwall* pada bangunan bertingkat bertujuan untuk meningkatkan kapasitas struktur dalam menahan beban, baik beban lateral seperti gempa dan angin, maupun beban gravitasi. Elemen ini memiliki tingkat kekakuan yang jauh lebih tinggi dibandingkan komponen struktur lainnya, seperti balok dan kolom, sehingga mampu mengurangi deformasi atau simpangan yang terjadi pada bangunan. Dengan adanya *shear wall*, distribusi beban menjadi lebih terarah dan efisien, sehingga elemen struktur lain tidak perlu didesain terlalu besar. Hal ini berdampak pada efisiensi penggunaan material serta potensi penghematan biaya konstruksi tanpa mengurangi tingkat keamanan struktur. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, periode getar alami struktur merupakan parameter penting yang harus diperhitungkan secara cermat. Periode getar ini memengaruhi respons bangunan terhadap gaya gempa yang bekerja. Jika perhitungan periode getar tidak akurat, maka gaya gempa yang diasumsikan dalam desain juga bisa menjadi tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Kegagalan struktur saat terjadi gempa umumnya disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kesalahan dalam konsep perancangan, ketidaktepatan dalam analisis dan perhitungan struktur, serta pelaksanaan konstruksi yang tidak mengikuti spesifikasi teknis yang telah direncanakan. Oleh karena itu, diperlukan koordinasi yang baik antara perencana, pengawas, dan pelaksana agar struktur yang dibangun benar-benar memenuhi standar keamanan. Secara mekanisme, *shear wall* bekerja dengan cara menahan gaya lateral yang Menopang struktur bangunan serta meneruskan beban yang diterima ke bagian pondasi. Elemen ini berfungsi sebagai penahan utama terhadap gaya geser dan momen yang timbul akibat beban horizontal. Dengan kekakuannya yang tinggi, *shear wall* mampu membatasi pergerakan lateral bangunan, sehingga mengurangi risiko kerusakan struktural maupun *non*-struktural. Selain itu, keberadaan *shear wall* juga membantu meningkatkan stabilitas keseluruhan bangunan, terutama pada struktur bertingkat tinggi yang lebih rentan terhadap pengaruh gaya gempa (Zakarya dkk, 2024).

Pada bangunan bertingkat, struktur harus mampu menahan beban vertikal dan horizontal seperti gempa. Pada sistem portal dengan banyak kolom, gaya aksial bisa besar, terutama jika ketahanan terhadap gaya lateral rendah. Untuk mengatasinya, digunakan dinding geser (*shear wall*). Struktur dikatakan stabil jika mampu mempertahankan posisinya tanpa bergeser, miring, atau terguling selama masa layan. Struktur juga harus cukup kuat, dengan risiko kegagalan dan penurunan kinerja yang kecil serta masih dalam batas aman. Penambahan *shear wall* mengubah distribusi gaya dalam, sehingga memengaruhi dimensi elemen struktur dan memerlukan penyesuaian desain agar tetap aman dan stabil (Rudiansyah dkk, 2018).

Bangunan bertingkat tinggi umumnya didefinisikan sebagai gedung dengan lebih dari enam lantai dan tinggi melebihi 20 meter. Kategori ini menuntut pemenuhan persyaratan kekuatan (*strength*) serta kinerja layan (*serviceability*), yang mencakup aspek keawetan dan kenyamanan. Kenyamanan penghuni sangat dipengaruhi oleh kekakuan (*stiffness*) struktur, karena nilai kekakuan berhubungan langsung dengan besarnya simpangan lateral (*lateral drift*). Oleh sebab itu, gedung tinggi harus dirancang untuk membatasi simpangan akibat beban gempa agar tetap dalam batas yang diizinkan. Terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk menilai kinerja gedung tahan gempa, antara lain periode getar alami, gaya geser dasar, partisipasi massa, sistem perpindahan, dan simpangan struktur. Untuk meningkatkan performa bangunan terhadap beban gempa, salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan sistem struktur ganda, yaitu kombinasi antara rangka dan dinding geser (*shear wall*), sehingga diperoleh struktur yang lebih kaku, stabil, serta efisien (Pratama dkk, 2021).

Kegagalan struktur pada bangunan, termasuk terjadinya keruntuhan, umumnya berawal dari kesalahan dalam tahap perencanaan dan desain struktur yang tidak mempertimbangkan kondisi pembebanan secara menyeluruh. Hal ini menjadi semakin krusial pada bangunan bertingkat tinggi, di mana pengaruh beban gempa sering kali lebih besar dan lebih kritis dibandingkan beban gravitasi yang bekerja secara vertikal. Akibatnya, respon struktur terhadap gempa

menjadi faktor utama yang menentukan keamanan bangunan secara keseluruhan. Selain itu, bentuk geometri bangunan juga sangat memengaruhi perilaku struktur. Gedung dengan konfigurasi tidak beraturan cenderung memiliki distribusi massa dan kekakuan yang tidak merata, sehingga membutuhkan pendekatan analisis yang lebih kompleks dibandingkan bangunan berbentuk simetris. Kondisi ini dapat menimbulkan konsentrasi tegangan dan simpangan yang tidak seragam pada beberapa bagian struktur. Oleh karena itu, perencanaan struktur harus dilakukan secara cermat dengan mempertimbangkan seluruh aspek pembebanan dan karakteristik bangunan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan desain yang tidak hanya kuat, tetapi juga stabil dan mampu berfungsi dengan baik dalam menahan beban vertikal maupun lateral, terutama akibat pengaruh gempa (Patria dan Haq, 2024).

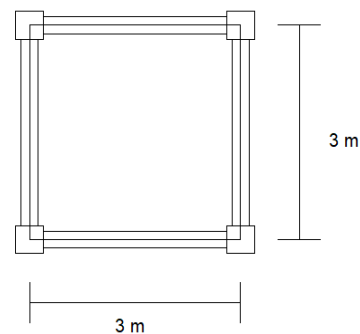
Respons struktur adalah perubahan perpindahan, kecepatan, dan percepatan akibat beban yang bekerja pada bangunan seiring waktu. Pada beban dinamis seperti gempa, angin, atau getaran, baik beban maupun responsnya berubah terhadap waktu sehingga perlu dianalisis secara berbasis waktu. Karena sifatnya yang dapat terjadi tiba-tiba dan berulang, beban dinamis harus diperhitungkan sejak tahap perencanaan. Oleh sebab itu, evaluasi respons struktur diperlukan untuk memahami perilaku bangunan terhadap berbagai kondisi pembebanan dinamis (Matani dkk, 2013; Utama dkk, 2024).

Penelitian dengan menggunakan *bracing* pada menara air kapasitas 5000 Liter menunjukan efektif penggunaan *bracing* tersebut dalam mengurangi P-Delta yang terjadi. *Penggunaan bracing* sebagai elemen pengaku struktur bertujuan untuk meningkatkan kestabilan menara air. (Anggrainy dkk, 2025).

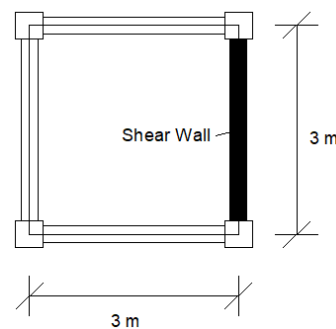
Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan analisa pengaruh penggunaan *shear wall* pada menara air 10000 Liter yang diharapkan dapat membuat menara air tersebut memiliki stabilitas yang lebih baik dan dapat mengurangi efek simpangan P-Delta sehingga tidak terjadi kegagalan struktur.

## 2. METODOLOGI

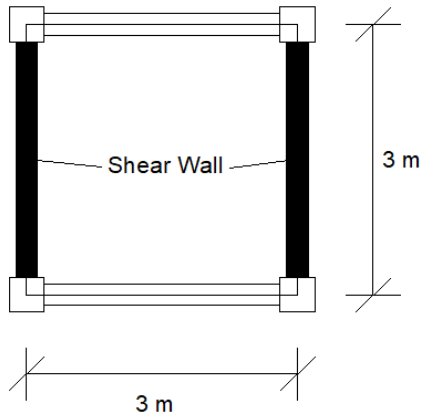
Penelitian ini membahas pemodelan struktur menara air dengan kapasitas sebesar 10000 liter. Dalam pelaksanaannya, terdapat tiga variasi model struktur yang dianalisis untuk mengetahui perbandingan kinerjanya. Model pertama merupakan bentuk dasar tanpa penggunaan elemen *shear wall*, sehingga sistem struktur sepenuhnya bergantung pada kolom dan balok dalam menahan beban yang bekerja. Pada model kedua, ditambahkan satu buah *shear wall* yang ditempatkan pada salah satu sisi bangunan (*single shear wall*). Penambahan elemen ini dimaksudkan untuk meningkatkan kekakuan serta kestabilan struktur, terutama dalam menghadapi beban lateral seperti angin dan gempa. Sementara itu, model ketiga menggunakan dua buah *shear wall* (*double shear wall*) yang dipasang pada kedua sisi bangunan. Dengan konfigurasi ini, struktur diharapkan memiliki kekakuan dan ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan model sebelumnya, sehingga kinerjanya dalam menahan berbagai beban menjadi lebih efektif. Ketiga variasi model tersebut ditampilkan dalam Gambar 1 hingga Gambar 10, bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai perbedaan susunan dan karakteristik dari masing-masing tipe struktur.



Gambar 1. Denah Tampak Lantai 1 (Tipe 1)

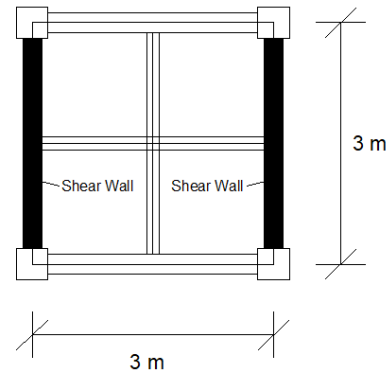


Gambar 2. Denah Tampak Lantai 1 (Tipe 2)



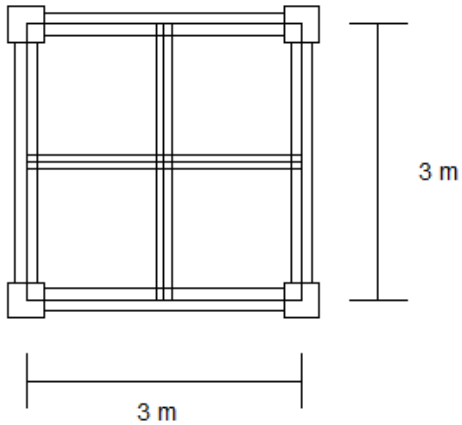
Gambar 3. Denah Tampak Lantai 1 (Tipe 3)

Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan denah lantai 1 untuk menara air tipe 1, tipe 2, dan tipe 3. Ketiga model menggunakan jarak bentang antar kolom yang sama, yaitu 3 m, sebagai acuan dalam perencanaan struktur dan distribusi beban.

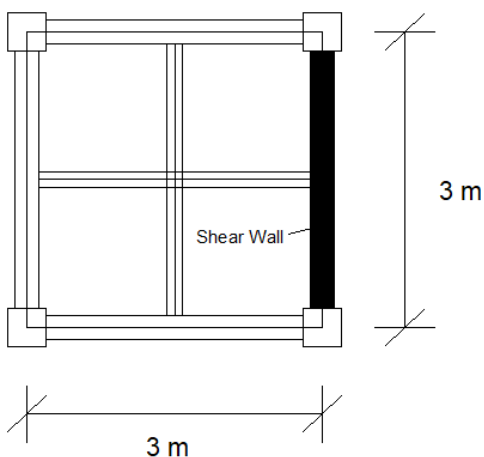


Gambar 6. Denah Plat Lantai Atas (Tipe 3)

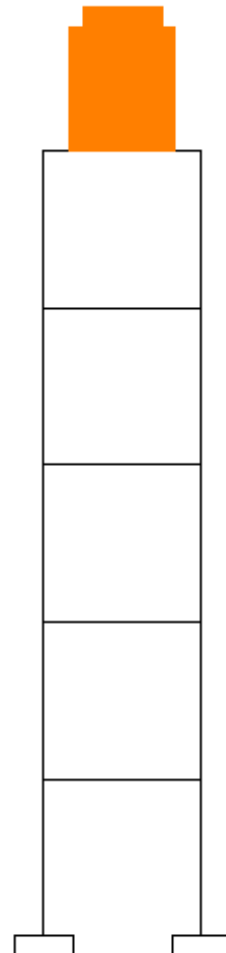
Gambar 4, 5 dan 6 memperlihatkan denah plat. Terdapat balok anak pada tengah bentang. Ukuran bentang 3 m untuk antar kolom. Dengan balok anak balok 1,5 m. Sedangkan Gambar 7 dan 8 memperlihatkan tampak samping dan depan struktur menara air tersebut.



Gambar 4. Denah Plat Lantai Atas (Tipe 1)



Gambar 5. Denah Plat Lantai Atas (Tipe 2)



Gambar 7. Tampak Samping Menara Air (Tipe 1)



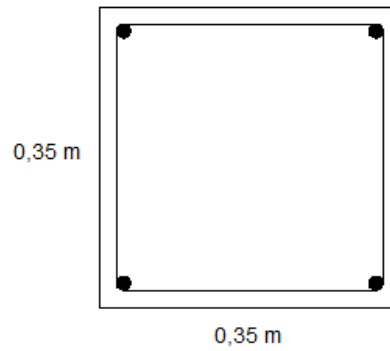
Gambar 8. Tampak Samping Menara air (Tipe 2 dan 3)

Tabel 1 merangkum data utama struktur bangunan, seperti bentang, tinggi bangunan, material, mutu beton, dimensi balok dan kolom, serta lokasi yang memengaruhi kondisi pembebanan dan desain.

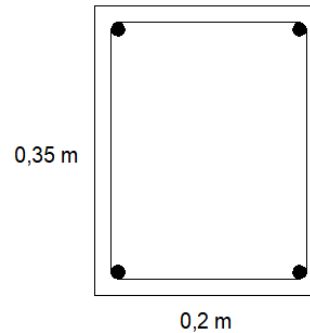
Gambar 10 dan 11 menampilkan detail elemen struktur menara air, termasuk balok, kolom, dan *shear wall*, sehingga konfigurasi dan hubungan antar komponen dapat dipahami dengan lebih jelas dalam mendukung kekuatan dan kestabilan bangunan.

Tabel 1. Data Struktur Menara Air

Data	Keterangan
Bentang	3 m
Tinggi Per Lantai	3 m
Tebal Plat lantai	0,12 m
Tebal <i>Shear Wall</i>	0,12 cm
Material	Beton Bertulang
Mutu Beton ( $f_c'$ )	250 MPa
Kolom (Dimensi)	0,2 m x 0,35 m
Balok (Dimensi)	0,35 m x 0,35 m
Ketinggian Lantai	15 m



Gambar 9. Dimensi Penampang Kolom Menara Air



Gambar 10. Dimensi Penampang Balok Menara Air

Data gaya gempa untuk lantai 1-5 yang disajikan pada Tabel 2 digunakan sebagai masukan pembebanan pada struktur ketiga menara air sehingga dapat dihitung besarnya besar P-Delta yang terjadi.

Tabel 2. Besar Gaya Gempa

Lantai	Gaya Gempa (kg)
L1	435
L2	690
L3	1005
L4	1345
L5	2843

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dimensi yang dilakukan pada pemodelan struktur menara air berkapasitas 10000 liter dengan bantuan perangkat lunak SAP2000, diperoleh berbagai parameter penting yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja struktur. Output yang dihasilkan mencakup nilai momen lentur pada balok, kebutuhan dan distribusi tulangan yang diperlukan untuk menahan gaya dalam, momen yang bekerja pada elemen kolom, serta besarnya gaya aksial (P) yang diterima oleh kolom. Analisis ini dilakukan pada tiga variasi model struktur yang berbeda, sehingga memungkinkan adanya perbandingan

terhadap perilaku masing-masing model dalam menahan beban yang bekerja.

Setiap hasil keluaran dari program kemudian diolah dan dianalisis lebih lanjut untuk memahami karakteristik respons struktur secara menyeluruh. Data tersebut tidak hanya memberikan gambaran mengenai kekuatan elemen struktur, tetapi juga membantu dalam menentukan efisiensi desain yang digunakan. Untuk mempermudah pembacaan dan interpretasi, seluruh hasil analisis disajikan secara sistematis dalam bentuk tabel dan ilustrasi gambar, sehingga hubungan antar parameter dapat diamati dengan lebih jelas dan informatif.

Tabel 3 menyajikan besarnya momen yang terjadi pada balok untuk tiga tipe permodelan struktur. Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa nilai momen pada Tipe 1 sebesar 3746 kgm, sedangkan pada Tipe 2 mengalami penurunan yang cukup signifikan menjadi 988,98 kgm. Sementara itu, Tipe 3 menunjukkan nilai momen yang lebih tinggi dibandingkan Tipe 2, yaitu sebesar 1972,48 kgm, namun masih lebih kecil jika dibandingkan dengan Tipe 1.

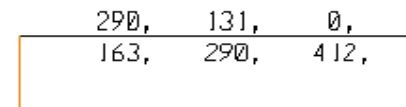
Perbedaan nilai momen pada masing-masing tipe ini menunjukkan adanya pengaruh variasi model struktur terhadap distribusi gaya dalam yang terjadi pada balok. Tipe 1 cenderung menerima momen terbesar, yang mengindikasikan bahwa balok pada model ini bekerja lebih berat dalam menahan beban. Sebaliknya, Tipe 2 memiliki nilai momen paling kecil, sehingga dapat diartikan bahwa konfigurasi struktur pada tipe ini lebih efisien dalam mereduksi momen pada balok. Adapun Tipe 3 berada di antara keduanya, dengan nilai momen yang menunjukkan kinerja struktur yang moderat.

Tabel 3. Besar Momen Pada Balok

Momen (kgm)		
Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
3746	988,98	1972,48

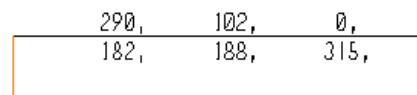
Gambar 11 memperlihatkan hasil output dari program SAP2000 yang berkaitan dengan Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada data atau grafik, kebutuhan luas tulangan (As) untuk elemen struktur Tipe 1 pada bagian atas elemen diketahui berkisar sekitar 290 mm<sup>2</sup> hingga 0 mm<sup>2</sup> dengan nilai antara sebesar 131 mm<sup>2</sup>. Di sisi lain,

kebutuhan luas tulangan pada bagian bawah elemen menunjukkan variasi yang lebih besar, yaitu mulai dari 163 mm<sup>2</sup> hingga mencapai 412 mm<sup>2</sup>, dengan nilai tengah sebesar 290 mm<sup>2</sup>.



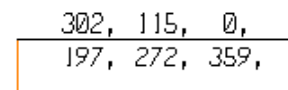
Gambar 11. Luas Tulangan Balok Tipe 1

Gambar 12 menyajikan hasil analisis kebutuhan luas tulangan (As) pada menara air Tipe 2 yang diperoleh dari output SAP2000. Data tersebut menunjukkan bahwa pada bagian atas elemen, kebutuhan tulangan berada dalam rentang 290 hingga 0 mm<sup>2</sup>, dengan nilai antara sekitar 102 mm<sup>2</sup>. Sementara itu, pada bagian bawah elemen, kebutuhan luas tulangan bervariasi antara 182 mm<sup>2</sup> hingga 188 mm<sup>2</sup>, dengan nilai lainnya sebesar 315 mm<sup>2</sup>.



Gambar 12. Luas Tulangan Balok Tipe 2

Gambar 13 memperlihatkan hasil analisis besarnya luas tulangan (As) yang dibutuhkan oleh elemen struktur menara air Tipe 3 yang diperoleh dari keluaran perangkat lunak SAP2000. Dari data yang ditampilkan, dapat diketahui Nilai kebutuhan luas tulangan di bagian atas elemen teridentifikasi berada pada kisaran 302 mm<sup>2</sup> hingga 0 mm<sup>2</sup>, dengan nilai antara sebesar 115 mm<sup>2</sup>. Sementara itu, pada bagian bawah elemen, kebutuhan luas tulangan bervariasi antara 197 mm<sup>2</sup> hingga mencapai 359 mm<sup>2</sup>, dengan nilai lainnya sebesar 272 mm<sup>2</sup>.



Gambar 13. Luas Tulangan Balok Tipe 3

Tabel 4 dan Tabel 5 menyajikan perbandingan penggunaan tulangan pada tiga variasi model menara. Untuk tulangan bagian atas, Tipe 1 memiliki nilai sebesar (290–131–0) mm<sup>2</sup>, Tipe 2 sebesar (290–102–0) mm<sup>2</sup>, dan Tipe 3 sebesar (302–115–0) mm<sup>2</sup>. Sementara itu, pada tulangan bagian bawah, Tipe 1 menunjukkan nilai (163–290–412) mm<sup>2</sup>, Tipe 2 sebesar (182–188–315) mm<sup>2</sup>, dan Tipe 3 sebesar (197–272–359) mm<sup>2</sup>. Data

ini menggambarkan adanya perbedaan kebutuhan tulangan pada masing-masing tipe struktur, baik pada bagian atas maupun bawah elemen.

Tabel 4. Nilai Kebutuhan Tulangan Bagian Atas

Luas (As) Tulangan		
Tipe 1 (mm <sup>2</sup> )	Tipe 2 (mm <sup>2</sup> )	Tipe 3 (mm <sup>2</sup> )
290	290	302
131	102	115
0	0	0

Tabel 5. Nilai Kebutuhan Tulangan Bagian Bawah

Luas (As) Tulangan		
Tipe 1 (mm <sup>2</sup> )	Tipe 2 (mm <sup>2</sup> )	Tipe 3 (mm <sup>2</sup> )
163	182	197
290	188	272
412	315	359

Tabel 6 memperlihatkan hasil perbandingan momen yang terjadi pada kolom dari tiga variasi model menara air yang dibedakan berdasarkan letak *shearwall*. Dari hasil analisis tersebut terlihat adanya perbedaan yang cukup signifikan pada tiap tipe struktur.

Pada Tipe 1, nilai momen pada kolom tercatat sebesar 4000 kgm, yang menunjukkan respons struktur paling besar dibandingkan model lainnya. Selanjutnya, Tipe 2 mengalami penurunan nilai momen yang cukup jauh, yaitu menjadi 531,4 kgm. Adapun pada Tipe 3, nilai momen kolom bahkan tidak menunjukkan adanya momen sama sekali atau bernilai 0 kgm.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa Tipe 1 menghasilkan momen kolom paling tinggi, sehingga menjadi model dengan respons struktur terbesar di antara ketiga variasi yang dibandingkan.

Tabel 6. Perbandingan Momen Pada Kolom

Momen		
Tipe 1 (kgm)	Tipe 2 (kgm)	Tipe 3 (kgm)
4000	531,4	0

Tabel 7 menyajikan besarnya gaya aksial (P) yang bekerja pada kolom untuk tiga variasi model menara air. Berdasarkan data tersebut, Tipe 1 memiliki nilai gaya aksial sebesar 1936,09 kg, sedangkan Tipe 2 menunjukkan yaitu 134,72 kg. Sementara itu, Tipe 3 memiliki nilai sebesar 0. Dari ketiga

model tersebut, nilai gaya aksial terbesar terjadi di Tipe 1.

Tabel 7. Perbandingan Gaya Tekan Aksial (P) Kolom

P (Gaya Tekan) (kg)		
Tipe 1 (kg)	Tipe 2 (kg)	Tipe 3 (kg)
1936,09	134,72	0

Tabel 8 menyajikan perbandingan nilai P-Delta pada tiga variasi model menara air. Berdasarkan data yang ditampilkan, Tipe 1 memiliki nilai P-Delta sebesar 1,635 mm, sedangkan Tipe 2 menunjukkan nilai yang lebih kecil yaitu 0,00056 mm. Sementara itu, Tipe 3 memiliki nilai P-Delta sebesar 0,0001 mm.

Dari perbandingan tersebut, dapat dilihat bahwa Tipe 1 menghasilkan nilai P-Delta terbesar, yang mengindikasikan pengaruh deformasi tambahan akibat beban aksial dan perpindahan lateral yang lebih signifikan dibandingkan model lainnya. Sebaliknya, Tipe 2 dan Tipe 3 memiliki nilai P-Delta lebih kecil yang dibandingkan dengan adanya *shear wall* pada menara air tersebut.

Berdasarkan penelitian (Hanif dan Biwono, 2014) yang menggunakan *shear wall* nilai P-Delta sebesar 58,01 mm (dengan menggunakan *shear wall*) dan permodelan tipe 2 sebesar 52,00 mm (tanpa menggunakan *shear wall*) dengan selisih 6,01 mm. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *shear wall* terbukti efektif dalam menurunkan efek P-Delta pada struktur.

Tabel 8. Perbandingan Nilai Simpangan P-Delta

P-Delta		
Tipe 1 (mm)	Tipe 2 (mm)	Tipe 3 (mm)
1,635	0,00056	0,0001

#### 4. KESIMPULAN

Analisis terhadap berbagai model menara air memperlihatkan variasi nilai P-Delta. Nilai maksimum tercatat pada model Tipe 1 sebesar 1,635 mm, sedangkan nilai minimum ditemukan pada model Tipe 2 dengan besar 0,00056 mm. Adapun pada Tipe 3, nilai P-Delta yang dihasilkan sangat kecil atau tidak signifikan, yakni sebesar 0,0001 mm. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh penggunaan *shear wall* pada struktur. Dengan

adanya *shear wall* yang ditempatkan di bagian luar struktur menara air, model Tipe 3 menunjukkan kinerja yang lebih optimal dibandingkan tipe lainnya.

## REFERENSI

- Anggrainy, R., Irawan, T., & Zulfiati, R. (2025). Pengaruh letak bracing pada menara air 5000 liter terhadap P-delta. *Jurnal Bearing*.
- Hanif, A. B., & Biwono, H. K. (2014). Analisis pengaruh shear wall terhadap simpangan struktur gedung akibat gempa dinamis. *Jurnal Konstruksia*.
- Matani, M. D. M., Manalip, R. S. H., & Dapas, W. S. O. (2013). Analisa menara air akibat gempa menggunakan solusi numerik integral Duhamel. *Jurnal Sipil Statik*.
- Partial, A. S. N., & Haq, Y. A. (2024). Pengaruh konfigurasi shear wall terhadap kapasitas struktur gedung bertingkat. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*.
- Pratama, M. M. A., Putri, S. D. S., & Santoso, E. (2021). Analisis kinerja bangunan gedung tinggi dengan penambahan dinding geser (Studi kasus: Bangunan 8 lantai). *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*.
- Rudiansyah, A., Suprpto, B., & Baktiar, A. (2018). Studi perencanaan struktur akibat penambahan shear wall pada gedung asrama Balai Teknik Air Minum dan Sanitasi Wilayah II Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Septiana, V. D., Lahita, L., Widiyanto, D., & Mulyanto, Y. Y. (2022). Efek penggunaan shear wall terhadap perilaku dan level kinerja struktur gedung pabrik X (The effect of shear wall usage on behavior and performance based design of the structure of factory building X). *Jurnal Teknik Sipil Unika*.
- Sutama, A., Septriansyah, V., & Angraini, D. D. (2024). Studi Komparatif Perilaku Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Variasi Geometri Kolom Persegi dan Kolom Bulat. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 9(2), 64-69.
- Syawandi, Munthe, A. T., & Aryani, D. D. (2024). Analisis pengaruh penambahan shear wall terhadap simpangan struktur gedung akibat gempa berdasarkan SNI 1726-2012 (Studi kasus: Universitas Atma Jaya Tangerang). *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*.
- Zakarya, D., Novelyna, H. C. T., Ghewa, G. J. P., & Yuli, Y. (2024). Analisis pengaruh penambahan shear wall terhadap periode getar awal dan akhir struktur berdasarkan SNI (Rumah Sakit X). *G-SMART: Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang*.