

PENGARUH KONFIGURASI SHEARWALL TERHADAP KAPASITAS STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT

THE EFFECT OF SHEARWALL CONFIGURATION ON THE STRUCTURAL CAPACITY OF MULTI-STOREY BUILDINGS

Agustinus Sungsang Nana Patria¹, Ya'la Amirul Haq²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Jl. Pawiyatan Luhur I, Semarang, 50235, Indonesia

Email: agustinus-sungsang@untagsmg.ac.id

Received: 08 Mei 2024 Revised: 18 Juni 2024 Accepted: 31 Juli 2024 Published: 1 Agustus 2024

ABSTRAK

Bangunan bertingkat sangat rentan terhadap gaya lateral akibat gempa. Sehingga perlu digunakan elemen penahan gaya lateral salah satunya penggunaan shearwall. Penelitian ini untuk melihat kapasitas struktur gedung paling baik pada 3 model konfigurasi shearwall. Analisa dilakukan menggunakan SNI-1726:2019 dan SNI-2847:2019 dengan pemodelan di program ETABS V.17.0.1 untuk mendapatkan gaya geser dasar, perilaku struktur dan simpangan. Didapatkan nilai base shear gempa arah x paling besar pada model eksisting disusul model variasi 1 dan yang terkecil pada model variasi 2. Perilaku struktur ketiga model berperilaku baik ditunjukkan dominan translasi arah x dan y. Nilai simpangan tertinggi pada model eksisting tetapi tidak memenuhi syarat SNI. Dari hasil analisa, model variasi yang dibuat cenderung lebih baik daripada model eksisting. Dilihat dari nilai base shear variasi 1 dan 2 lebih optimal, perilaku variasi 1 dan 2 lebih stabil dan pengecekan simpangan tidak melebihi batas izin.

Kata kunci: Kapasitas Struktur, Konfigurasi, Gaya Lateral, Gedung Bertingkat, Shearwall

ABSTRACT

Multi-storey buildings are very vulnerable to lateral forces due to earthquakes. So, it is necessary to use elements to resist lateral forces, one of which is the use of shearwall. This research is to see the best building structural capacity in 3 shearwall configuration models. Analysis was carried out using SNI-1726:2019 and SNI-2847:2019 with modeling in the ETABS V.17.0.1 program to obtain basic shear forces, structural behavior and deviations. It was found that the largest value of earthquake base shear in the x direction was in the existing model, followed by variation 1 model and the smallest was in variation model 2. The structural behavior of the three well-behaved models was shown to be predominantly translational in the x and y directions. The highest deviation value is in the existing model but does not meet SNI requirements. From the analysis results, the variation model created tends to be better than the existing model, seen from the base shear values of variations 1 and 2 which are more optimal, the behavior of variations 1 and 2 is more stable and the deviation check does not exceed the permit limits.

Keywords: Configuration, Lateral Force, High Story Building, Shearwall, Structural Capacity

PENDAHULUAN

Runtuhnya bangunan dan kegagalan konstruksi salah satunya disebabkan oleh kesalahan perencanaan struktur (Rahman dkk, 2023). Pada bangunan tingkat tinggi, beban gempa lebih dominan jika dibandingkan dengan beban gravitasi yang bekerja pada bangunan itu sendiri. Ketidakteraturan bentuk dari suatu gedung akan menghasilkan suatu pendekatan analisis yang berbeda dibandingkan dengan bangunan berbentuk simetris (Harisun dan Imran, 2018). Salah satu aspek kunci yang harus dipertimbangkan adalah rekayasa struktural yang tepat untuk memastikan keamanan, stabilitas, dan ketahanan bangunan terhadap beban vertikal dan lateral (Silalahi, 2024). Semakin tinggi bangunan yang akan dibangun, semakin besar juga gaya lateral yang akan diterima (Hanif dan Buwono, 2014).

Menurut Jefri (2023) dalam upaya peningkatan kinerja struktur gedung bertingkat tinggi digunakan dinding geser (*shearwall*) untuk menahan gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa bumi. Dinding geser akan menambah kekakuan struktur dan mengurangi simpangan lateral (*drift*) akibat gempa. Hal senada oleh (Nursani dan Noor, 2023) menyebutkan struktur dengan penambahan dinding geser dapat meminimalisir simpangan antar lantai sehingga kekakuan struktur lebih besar. Hal ini didukung oleh Wiryadi dan Sudarsana (2019) bahwa penambahan dinding geser dapat meningkatkan kinerja struktur bangunan bertingkat tinggi dalam mengatasi simpangan horisontal dan memperkecil periode waktu getar strukturnya. Dinding geser merupakan pelat beton bertulang yang dipasang pada posisi vertikal untuk menambah kekakuan struktur. Dengan adanya dinding geser, maka akan mempengaruhi kekakuan bangunan sehingga gaya lateral yang terjadi tidak sepenuhnya diterima langsung oleh struktur rangka dalam hal ini kolom dan balok. Lokasi penempatan dinding geser sangat

berpengaruh terhadap perilaku struktur gedung tingkat tinggi. Dinding geser yang diletakkan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis dapat digunakan untuk menyediakan tahanan beban horizontal yang diperlukan (Kalangi dkk, 2021). Menurut Fernando dan Saputra (2022) bahwa sistem struktur yang menggunakan *shear wall* mempunyai kapasitas tahanan yang lebih baik dari pada sistem rangka.

Bentuk dinding geser ada bermacam-macam diantaranya I-Shape, L-Shape, T-Shape dan IWF-Shape. Perbedaan bentuk dari dinding geser selaras dengan perbedaan kapasitas dinding geser, deformasi geser serta perbedaan pada luas tulangnya (Beyer dkk, 2011). Sedangkan *shear wall* dapat dibangun pada sisi luar bangunan maupun sisi dalam bangunan, tanpa adanya batasan geometris dari dinding geser itu sendiri. Sistem dinding geser dibagi menjadi dua bagian, yaitu sistem terbuka dan sistem tertutup.

Berdasarkan hasil analisa waktu getar struktur, nilai simpangan dan nilai presentase masing-masing layout *shear wall*, *shear wall* yang diletakkan simetris sumbu-XY mendekati pusat massa dinilai paling optimum (Usmat dkk, 2019). Menurut (Widorini dkk, 2021) bahwa pemodelan dengan variasi tata letak *shear wall*, memberikan kontribusi besar terhadap struktur bangunan bertingkat dalam menahan gaya lateral seperti beban gempa dan letak dinding geser pada bangunan bertingkat berpengaruh dalam hal nilai simpangan horisontal. Hal ini didukung oleh Miskah (2022) melakukan analisis bangunan beton bertulang bertingkat dengan variasi bentuk *shearwall*. Variasi *shearwall* berbentuk I dan L menunjukkan perilaku baik dan aman. Namun *shearwall* dengan bentuk I memiliki nilai simpangan yang lebih kecil dan kaku, dengan penempatan *shearwall* mendekati pusat massa. Sedangkan menurut (Gusra dkk, 2023) posisi dinding geser yang ideal terhadap kinerja struktur tercapai pada posisi di ujung bangunan.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh konfigurasi *shearwall* terhadap perilaku dan kekuatan pada gedung bertingkat. Rumah Sakit Royal Surabaya yang mempunyai 9 lantai dengan 1 lantai atap digunakan objek penelitian. Bangunan tersebut dimodifikasi dengan beberapa variasi konfigurasi penempatan dan bentuk dinding geser yang berbeda dari bangunan eksisting. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan konfigurasi penempatan dinding geser dalam perancangan struktur gedung tahan gempa yang lebih efisien dan optimal.

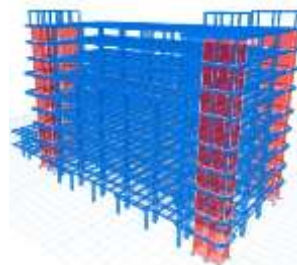
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan membandingkan perilaku dan kekuatan bangunan dengan beberapa variasi model gedung dengan konfigurasi *shearwall* yang berbeda. Gedung yang digunakan yaitu gedung rumah sakit Royal Surabaya yang memiliki konstruksi struktur beton bertulang yang terdiri dari 9 lantai ditambah 1 *roof top*.

Analisis dimulai dengan membuat beberapa variasi konfigurasi *shearwall*, dilanjutkan dengan estimasi tebal dimensi *shearwall*, perhitungan beban hidup, mati dan gempa. Perhitungan beban gempa menggunakan metode respon spektrum dan statik ekuivalen. Adapun SNI yang digunakan SNI-1727-2020 Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain, SNI-1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, dan SNI-2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.

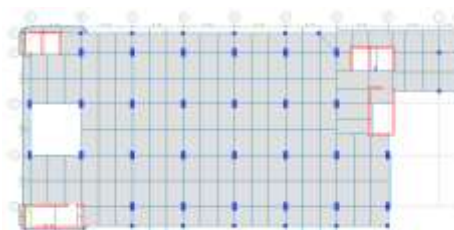
Pemodelan dan analisis struktur bangunan dengan variasi konfigurasi *shearwall* di program *ETABS v.17*. Adapun hasil analisis yang diamati adalah perilaku bangunan, gaya geser dasar bangunan, simpangan antar tingkat dan gaya dalam elemen struktur balok dan kolom yang

ditinjau. Variasi konfigurasi *shearwall* dalam penelitian ini terdapat 4 variasi model. Model 1 berupa kondisi eksisting bangunan, dengan ilustrasi model 3D ditunjukkan pada Gambar 1.



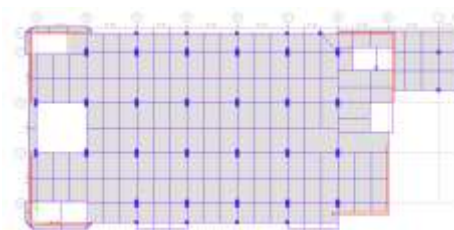
Gambar 1. Model 3D Bangunan Eksisting

Shearwall pada model eksisting ditempatkan pada area lift dan tangga seperti pada Gambar 2.



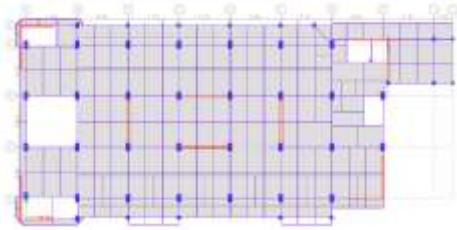
Gambar 2. Denah Model Eksisting

Model 2 berupa variasi 1 konfigurasi *shearwall*, dengan *shearwall* ditempatkan di sudut bangunan seperti pada Gambar 3.



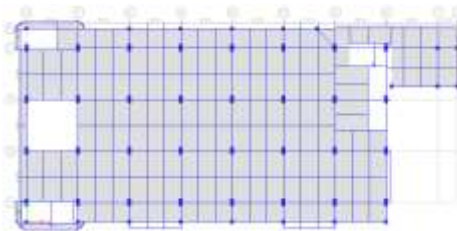
Gambar 3. Denah Model Variasi 1

Model 3 berupa variasi 2 konfigurasi *shearwall*, dengan *shearwall* ditempatkan di sudut dan inti bangunan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Denah Model Variasi 2

Model 4 berupa model tanpa *shearwall*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Model ini digunakan sebagai pembandingan.



Gambar 5. Denah Model Tanpa *Shearwall*

HASIL DAN PEMBAHASAN

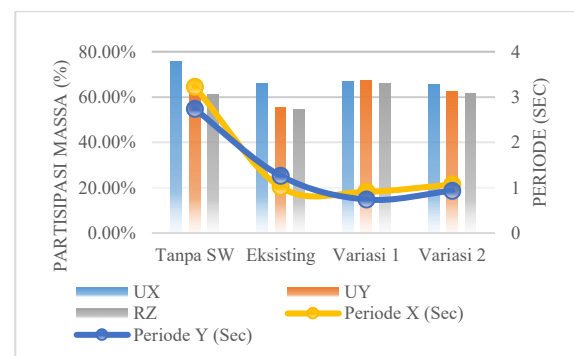
Nilai gaya geser dasar dinamik harus sama dari gaya geser dasar statik. Sesuai dengan SNI 1726-2019, Jika nilai gaya geser dasar dinamik kurang dari gaya geser dasar statik, maka perlu dikalikan oleh *scale factor*. Nilai gaya geser dasar dinamik dan gaya geser statik didapatkan dari hasil analisis ETABS. Nilai gaya geser dinamik dan statik pada masing-masing model dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Base Shear* Statik dan Dinamik

Model	V Dinamik		V Statik	
	V _x (kN)	V _y (kN)	V _x (kN)	V _y (kN)
Eksisting	28099,53	24107,56	17097,31	15941,21
Variasi 1	24263,92	24449,67	24258,44	24449,43
Variasi 2	20629,92	23705,80	20629,92	23705,81
Tanpa SW	23591,76	22017,54	9313,77	9313,78

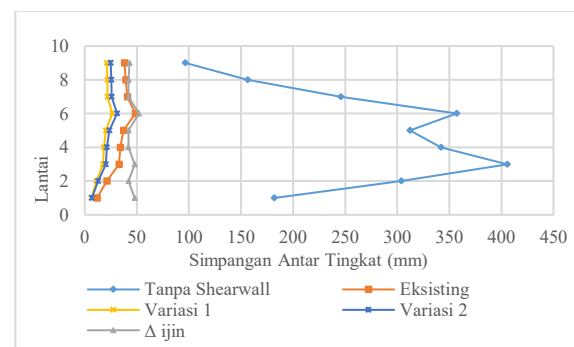
Berdasarkan hasil analisis ETABS didapatkan nilai *base shear* arah x bangunan variasi 1 lebih kecil 13,65% dari bangunan ekisting dan bangunan variasi 2 lebih kecil 26,58%. Pada arah gempa y nilai *base shear* bangunan variasi 1 lebih besar 1,42% dari bangunan ekisting. Sedangkan *base shear* bangunan variasi 2 lebih kecil 1,67%.

Menurut SNI 1726-2019 pasal 7.9.1, analisis harus dilakukan untuk menyertakan akumulasi ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal orthogonal dari respons yang ditinjau pada model. Pada ragam mode 1 dan 2 diharuskan berperilaku translasi arah (UX, UY) dan di mode 3 diharuskan rotasi (RZ). Adapun perbandingan partisipasi massa dan periode struktur setiap model ditunjukkan pada Gambar 6.



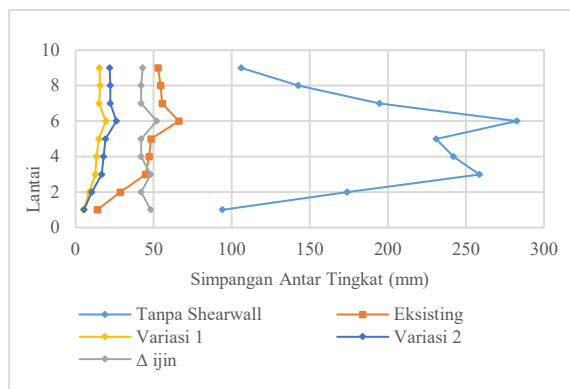
Gambar 6. Perbandingan Partisipasi Massa dan Periode Struktur

Simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin. Rekapitulasi perhitungan simpangan antar tingkat arah x ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Simpangan Arah x

Sedangkan rekapitulasi simpangan antar tingkat arah y ditunjukkan pada Gambar 8.



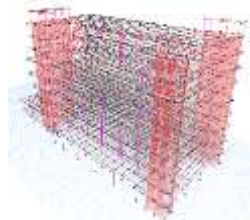
Gambar 8. Grafik Simpangan Arah y

Berdasarkan hasil kontrol simpangan maksimal antar tingkat di atas, didapatkan bahwa model tanpa *shearwall* dan eksisting melebihi simpangan izin sehingga perlu memperbesar dimensi penampang, mengubah konfigurasi elemen atau menambahkan elemen yang dapat meningkatkan kekakuan struktur.

Penempatan *shearwall* variasi 1 yang memiliki konfigurasi *L-shape* pada sudut bangunan memiliki nilai simpangan antar lantai arah gempa x,y yang paling kecil. Hal ini dikarenakan variasi 1 memiliki *shearwall* bentang x, y yang lebih simetris daripada *existing building* dan variasi 2.

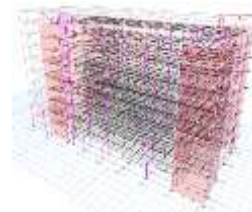
Penempatan variasi 2 memiliki konfigurasi *shearwall L-shape* kearah x, y pada sudut bangunan dan *I-shape* pada tengah bangunan kearah x, hasil analisis menghasilkan nilai simpangan antar tingkat nya lebih besar dari variasi 1.

Selanjutnya dilakukan analisis cek desain penampang menggunakan program ETABS pada semua model. Hasil cek desain model eksisting ditunjukkan pada Gambar 9. Ditemui beberapa balok dan kolom yang mengalami *Over Stress* (OS).



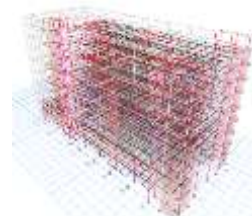
Gambar 9. Cek Desain Model Eksisting

Cek desain model variasi 1 ditunjukkan pada Gambar 10. Ditemui beberapa balok dan kolom yang mengalami *Over Stress* (OS) tetapi tidak sebanyak model eksisting.



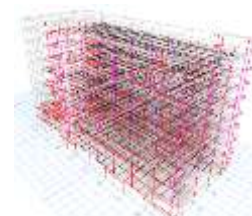
Gambar 10. Cek Desain Model Variasi 1

Cek desain model variasi 2 ditunjukkan pada Gambar 11. Ditemui beberapa balok dan kolom yang mengalami *Over Stress* (OS) dengan jumlah hampir sama dengan model variasi 1.



Gambar 11. Cek Desain Model Variasi 2

Hasil cek desain model tanpa *shearwall* ditunjukkan pada Gambar 12. Model ini paling banyak ditemui balok dan kolom yang mengalami *Over Stress* (OS) dibandingkan model lainnya. Hal ini dikarenakan bangunan tidak terdapat *shearwall* sehingga bangunan kurang kaku dan gaya lateral yang ada terlampaui besar diterima balok dan kolom.

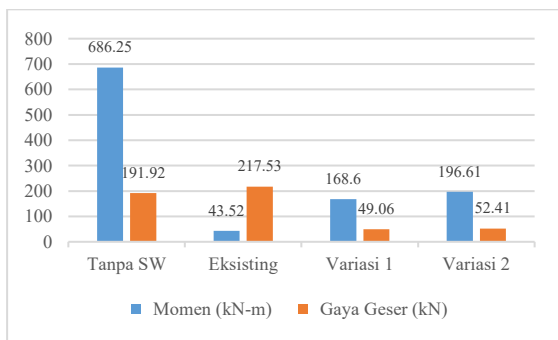


Gambar 12. Cek Desain Model Tanpa *Shearwall*

Pada seluruh model ditemukan adanya *Over Stress* (OS) pada balok atau kolom. Oleh karena itu diperlukan adanya pembesaran penampang serta perhitungan

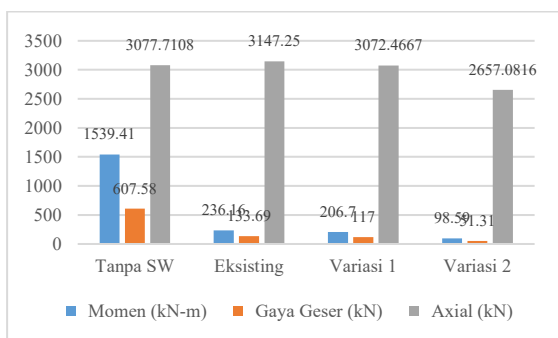
kebutuhan tulangan dengan SNI agar dapat melayani beban yang ada.

Gaya dalam pada penampang balok dan kolom dipilih pada salah satu balok lantai 8 dan salah satu kolom lantai 7 untuk melihat perbandingan gaya-gaya dalam elemen balok dan kolom antar model. Elemen balok hanya ditinjau gaya geser dan momen, sedangkan untuk elemen kolom yaitu gaya aksial, gaya geser dan momen. Adapun perbandingan gaya dalam elemen balok ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Perbandingan Gaya Dalam Elemen Balok

Hasil dari Gambar 13, memperlihatkan gaya dalam pada balok lantai 8 momen terbesar terjadi pada model tanpa *shearwall* dengan nilai yaitu sebesar 686,25 kN-m dan gaya geser terbesar terdapat pada model eksisting dengan nilai 217,53 kN. Hal ini menunjukkan bahwa model struktur dengan adanya variasi bentuk dan penempatan *shearwall* mempengaruhi gaya dalam pada elemen balok. Sedangkan perbandingan gaya dalam elemen kolom ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Perbandingan Gaya Dalam Elemen Kolom

Hasil dari tabel dan Gambar 14, memperlihatkan gaya dalam momen terbesar terjadi pada model eksisting dengan nilai yaitu sebesar 1539,41 kN-m dan gaya geser sebesar 607,58 kN, sedangkan gaya aksial yang terdapat pada model eksisting lebih besar dengan nilai yaitu 3147,25 kN. Hal ini menunjukkan bahwa model struktur dengan adanya variasi bentuk dan penempatan *shearwall* pada lantai bangunan mempengaruhi momen, gaya geser dan gaya aksial pada elemen kolom.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis didapatkan di arah gempa x nilai *base shear* paling besar terdapat pada model eksisting disusul dengan variasi 1 dan yang terkecil terdapat pada model variasi 2. Pada arah gempa y nilai gaya geser dasar paling besar terdapat pada variasi 1 dengan kenaikan sebesar 1,42% dari model eksisting kemudian variasi 2 lebih kecil 1,67% dari model eksisting. Perilaku struktur model eksisting UX: 66,13%; UY: 55,19% dan RZ: 54,50%, Model variasi 1 UX: 66,77%; UY: 67,41% dan RZ: 65,93%, Model variasi 2 UX: 65,57%; UY: 62,40% dan RZ: 61,44%. Nilai simpangan antar tingkat maksimum di arah gempa x dan y yang terbesar adalah model eksisting pada sebagian lantai melebihi batas izin simpangan antar tingkat, disusul dengan variasi 2, kemudian variasi 1. Dari output gaya dalam dari semua model menghasilkan gaya geser elemen balok dan gaya aksial kolom terbesar terdapat pada model eksisting. Dari hasil analisa, variasi *shearwall* yang dibuat cenderung lebih baik daripada model eksisting, dapat dilihat dari nilai *base shear* variasi 1 dan 2 yang lebih optimal nilai yang dihasilkan dan pada perilaku struktur model variasi 1 dan 2 lebih stabil serta pada pengecekan simpangan tidak melebihi batas izin.

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lain dalam analisa

beban gempa untuk mengetahui hasil yang lebih terperinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional*. 2019. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional*. 2019. SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan.
- Badan Standarisasi Nasional*. 2020. SNI 1727:2020: Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Jakarta.
- Beyer, K., Dazio, A., dan Priestley, M. J. N. (2011). "Shear Deformations of Slender Reinforced Concrete Walls under Seismic Loading." *ACI Structural Journal*, 108(2), 167–177.
- Fernando dan Saputra, A. J. (2022). "Analisis Pengaruh Dinding Geser (Shearwall) terhadap Simpangan Struktur Gedung pada Bangunan Gedung Tinggi Monde City Tower M2 Kota Batam." *Journal of Civil Engineering and Planning*, 3(2), 146–160.
- Gusra, M. H., Haris, S., dan Kurniawan, R. (2023). "Pengaruh Posisi Dinding Geser Terhadap Kinerja Struktur Gedung Tak Beraturan Akibat Beban Gempa." *Cived*, 10(2), 639–647.
- Hanif, B. A. dan Buwono, H. K. (2014). "Analisis Pengaruh Shear Wall terhadap Simpangan Struktur Gedung Akibat Gempa Dinamis." *Jurnal Konstruksia*, 5(2), 79–101.
- Harisun, E. dan Imran, I. (2018). "Analisis Keandalan Struktur dan Konsep Arsitektur pada Bangunan Bertingkat." *Journal of Science and Engineering*, 1(2), 110–120.
- Jefri, M. (2023). "Pengaruh Kekuatan Struktur Shearwall pada Proyek Gedung Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan." Universitas Medan Area.
- Kalangi, H. T., Taniyaya, J., dan Thetrawan, M. (2021). "Analisis Pengaruh Penempatan Dinding Geser Terhadap Perilaku Dinamik Struktur Bangunan." *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA)*, 1–14.
- Lesmana, Y. (2020). "Handbook Analisis dan Desain Shear Wall Beton Bertulang Dual Sistem Berdasarkan SNI 2847-2019 dan 1728-219." Andi Yogyakarta.
- Miskah, A. (2022). "Analisis Pengaruh Variasi Bentuk dan Penempatan Shear Wall Terhadap Perilaku dan Kekuatan Struktur Gedung Bertingkat." Universitas 17 Agustus 1945 Semarang.
- Nursani, R. dan Noor, D. E. (2023). "Analisis Pengaruh Penambahan Dinding Geser terhadap Perilaku Struktur Gedung Sistem Ganda." *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 8(2), 105–114.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman*. 2021. Desain Spektra Indonesia.
- Rahman, M. H., Romadhani, N. F., dan Arfandi, A. (2023). "Identification of Competence Standards of Building Engineers In Indonesia." *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 152–158.
- Silalahi, T. A. (2024). "Rekayasa Struktural dalam Desain Bangunan Bertingkat Tinggi." Universitas Medan Area.
- Usmat I, N. A., Imran, I., dan Sultan, M. A. (2019). "Analisa Letak Dinding Geser (Shear Wall) Terhadap Perilaku Struktur Gedung Akibat Beban Gempa." *Techno: Jurnal Penelitian*, 8(2), 297.
- Widorini, T., Crista, N. H., dan Purnijanto, B. (2021). "Analisis Dinding Geser pada Desain Bangunan Gedung Bertingkat yang Tidak Beraturan." *Teknika*, 16(1), 41.
- Wiryadi, I. G. G. dan Sudarsana, I. K.

(2019). “Analisis Pengaruh Bentuk Dinding Geser Beton Bertulang Terhadap Kapasitas dan Luas Tulangan.” *Jurnal Spektran*, 7(2), 187–194.