

## OPTIMASI LETAK *SHEAR WALL* PADA STRUKTUR GEDUNG

Samsul A Rahman Sidik Hasibuan<sup>1</sup> dan Faqih Ma'arif<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Jl. Kolam No.1 Medan  
*samsulrahman@staff.uma.ac.id*

<sup>2</sup>Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Kampus  
Karangmalang, Yogyakarta  
*faqih\_maarif07@uny.ac.id*

Masuk: 25-03-2022, revisi: 19-09-2022, diterima untuk diterbitkan: 26-10-2022

### ABSTRACT

*Shear walls are structural walls designated as part of an earthquake force-resisting system, which also serves to increase the stiffness of the structure and absorb large shear forces as the height of the structure increases. When shear walls are placed in the right and strategic position, shear walls can be used economically to provide horizontal load resistance. In this paper, the 7-storey symmetrical building structure is modelled and analyzed using ETABS v.9.7.4 software. Analysis was carried out on four structural models with variations in the proposed shear wall locations. The model without shear walls was used as a controller for the normal model. This paper aims to optimize the location of the shear wall in a 7-storey symmetrical building structure. Furthermore, the results of the analysis of the structure of the building without shear walls and variations in the location of the shear walls were obtained using the ETABS v.9.7.4 software. The analysis results show that model 3 is a better location for shear walls to be applied to the review structure.*

*Keywords: ETABS; optimization; shear wall*

### ABSTRAK

*Shear wall* merupakan dinding struktur yang ditetapkan sebagai bagian dari sistem penahan gaya gempa, juga berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur. Ketika *shear wall* diletakan pada posisi yang cocok dan strategis, *shear wall* dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan. Dalam tulisan ini struktur gedung simetris 7 tingkat dimodelkan dan dianalisis menggunakan *software* ETABS v.9.7.4. Analisis dilakukan pada 4 model struktur dengan variasi letak *shear wall* yang diusulkan. Untuk model normal yaitu model tanpa *shear wall* digunakan sebagai pengontrol. Tulisan ini bertujuan untuk mengoptimalkan letak *shear wall* pada struktur gedung simetris 7 tingkat. Selanjutnya, hasil analisis struktur gedung tanpa *shear wall* dan dengan variasi letak *shear wall* menggunakan *software* ETABS v.9.7.4 telah diperoleh. Hasil analisis menunjukkan bahwa model 3 merupakan letak *shear wall* yang lebih baik untuk diterapkan pada struktur tinjauan.

Kata kunci: ETABS; optimasi; *shear wall*

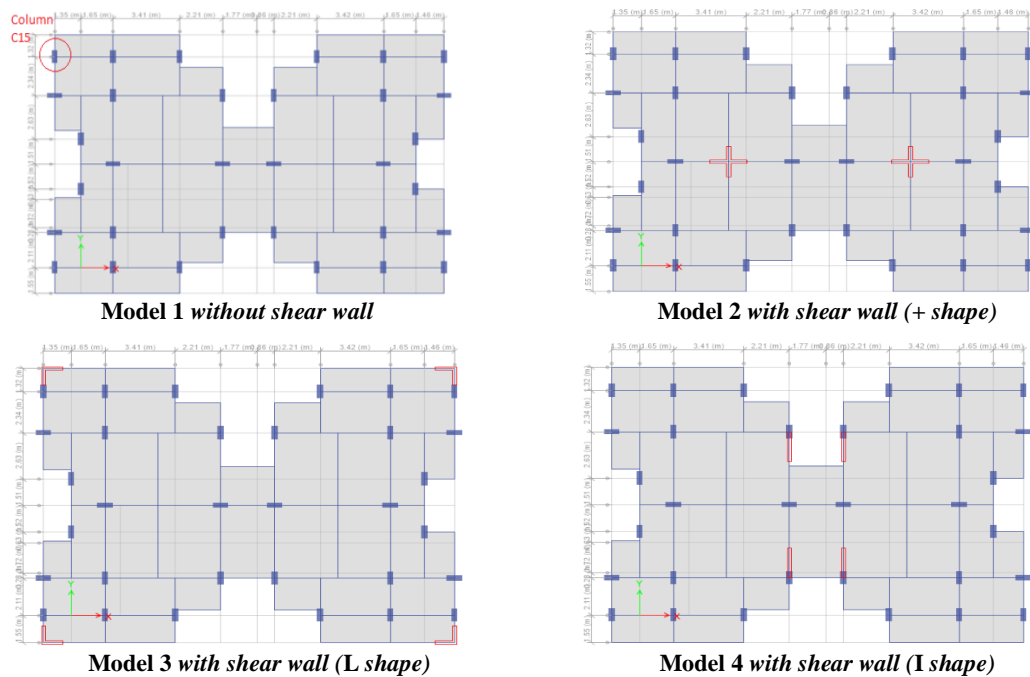
## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang letaknya dekat dengan pertemuan lempeng besar bumi, hal ini menyebabkan gempa sering terjadi dan berimbas pada bangunan (Hasibuan, 2020). Untuk mereduksi beban gempa yang terjadi pada bangunan gedung bertingkat digunakan penggabungan dari beberapa sistem struktur salah satunya *shear wall* (Kulkarni, 2016; Mullapudi et al., 2009; Rathi, 2020; Serafinska et al., 2016; Pavani et al., 2015; Wiyono et al., 2021; Zhang & Wang, 2021).

*Shear wall* merupakan dinding struktur yang ditetapkan sebagai bagian dari sistem penahan gaya gempa, juga berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur (Andreasson et al., 2002; Effendi et al., 2017; Erazo et al., 2019; Higashi et al., 1980; Khandelwal & Mhetre, 2017). Ketika *shear wall* diletakan pada posisi yang cocok dan strategis, *shear wall* dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan.

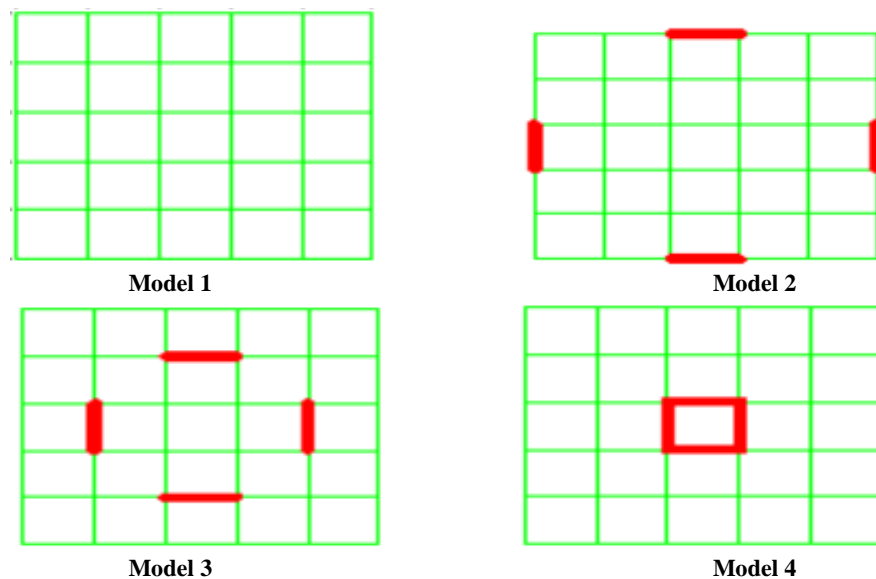
Bhavsar et al. (2019) telah melakukan sebuah studi untuk menentukan konfigurasi struktural yang optimal dari gedung bertingkat dengan mengubah lokasi *shear wall*. 4 kasus yang berbeda seperti pada Gambar 1 diusulkan, satu tanpa *shear wall* dan tiga lainnya dengan letak *shear wall* yang berbeda untuk bangunan tempat tinggal 7 lantai telah

dianalisis dan dirancang sebagai sistem rangka ruang oleh perangkat lunak aplikasi komputer, dikenakan pembebanan lateral dan gravitasi sesuai dengan ketentuan *Indian Standards*. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan ETABS. Hasil analisis menunjukkan bahwa model 2 dengan *shear wall* profil *+shape* adalah yang lebih baik untuk diterapkan.



Gambar 1. Usulan model dan variasi letak *shear wall*

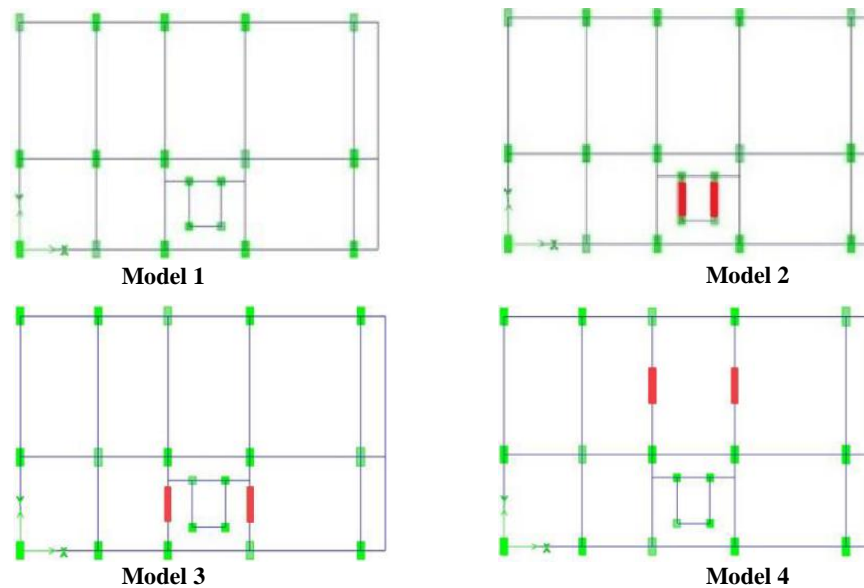
Krishnan (2016) telah melakukan analisis *pushover* untuk menemukan lokasi *shear wall* yang optimal untuk gedung 5 lantai dengan menyediakan *shear wall* di tiga lokasi berbeda menggunakan SAP2000 (Gambar 2). Dengan asumsi bangunan rangka dinding beton bertulang 5 lantai, Analisis *pushover* untuk kekuatan bangunan dilakukan di mana lokasi *shear wall* diubah dalam setiap kasus. Juga diperiksa kekuatan bangunan tanpa *shear wall*. Dalam tulisan ini, pengamatan yang dilakukan dengan melakukan analisis terwakili. Hasil analisis menunjukkan bahwa model 4 adalah yang lebih baik untuk diterapkan.



Gambar 2. Usulan model *shear wall*

LovaRaju dan Balaji (2015), bangunan 8 lantai yang terletak di zona yang berbeda seperti zona-I , III , IV dan V sesuai dengan ketentuan IS 1893-2002. Analisis *pushover* telah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETABS dan kurva *pushover* diperoleh untuk membandingkan efek beban gempa pada perpindahan serta geser dasar

model ini, dimana satu model diambil sebagai struktur rangka normal sedangkan tiga model lainnya adalah sistem struktur tipe ganda (Gambar 3). Analisis non-linier yang dilakukan dalam tulisan ini memberikan lokasi efektif dari *shear wall*. Hasil analisis menunjukkan bahwa *shear wall* pada semua posisi defleksi ada kemungkinan mengendalikan kerusakan yang mungkin terjadi akibat gaya angin dan gempa. Hasil analisis menunjukkan bahwa model 4 adalah yang lebih baik untuk diterapkan.



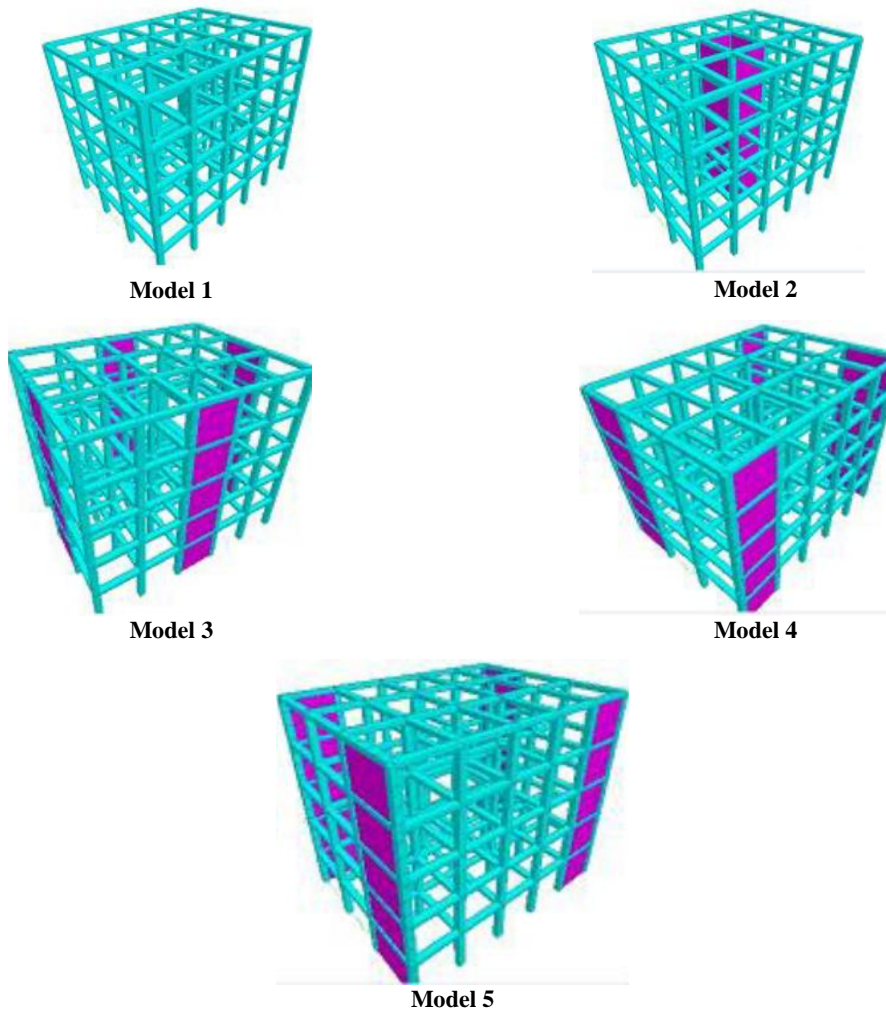
Gambar 3. Usulan model *shear wall*

Sud et al. (2014) mempresentasikan hasil analisis seismik gedung RC 5 lantai yang terletak di zona seismik -V. Untuk analisis, 5 konfigurasi *shear wall* yang berbeda pada Gambar 4 dipertimbangkan dan untuk menilai kinerja bangunan yang menyatakan efek pada geser dasar, simpangan tingkat, gaya dan perpindahan sendi. Dalam tulisan ini, studi menunjukkan bahwa perpindahan lateral berkurang dari 29% menjadi 83% dalam kasus rangka dengan *shear wall* di tengah dan inti ditempatkan di teluk eksterior. Momen lentur juga berkurang dari 70% menjadi 85% untuk kolom interior dan perimeter. 86% reduksi telah diamati pada gaya geser dan aksial yang bekerja pada kolom. Hasil analisis menunjukkan bahwa model 2 adalah yang lebih baik untuk diterapkan.

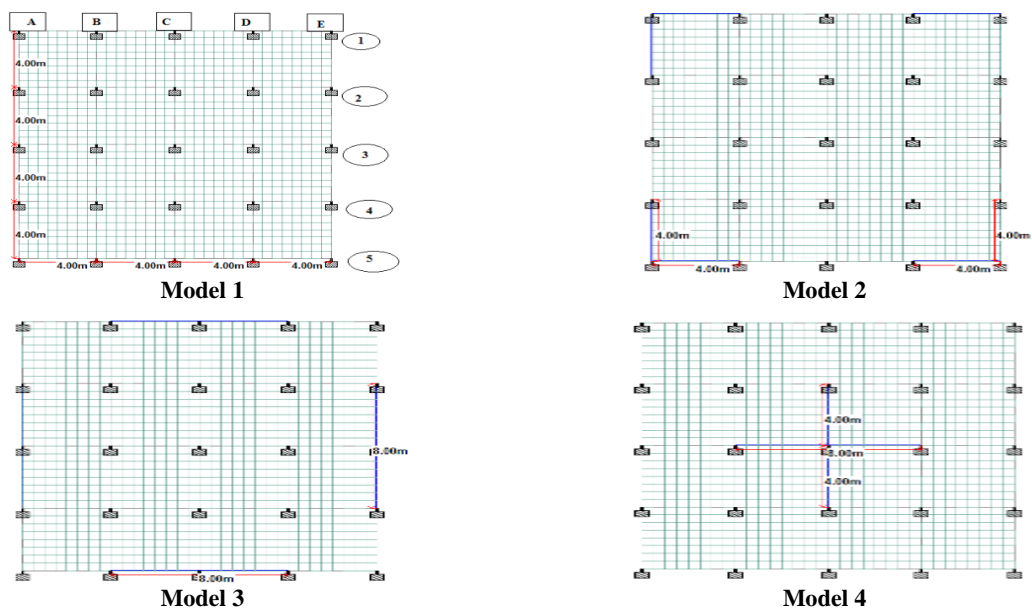
Harne (2014) dalam tulisan ini, fokus utama adalah untuk menentukan solusi untuk lokasi *shear wall* di gedung bertingkat. Bangunan beton bertulang 6 lantai yang ditempatkan di NAGPUR dan menerima beban gempa di zona-II dipertimbangkan. Beban gempa dihitung dengan metode koefisien seismik menggunakan *Indian Standards 1893 (Part-I):2002*. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan STAAD Pro. Telah dilakukan penelitian untuk menentukan kekuatan *shear wall* beton bertulang pada gedung bertingkat dengan mengubah lokasi *shear wall*. Tiga kasus yang berbeda dari letak *shear wall* (Gambar 5) untuk gedung 6 lantai telah dianalisis. Penggabungan *shear wall* telah menjadi keniscayaan pada gedung bertingkat untuk menahan gaya lateral. Hasil analisis menunjukkan bahwa model 3 untuk *shear wall* di sepanjang pinggiran adalah yang lebih baik untuk diterapkan.

Anshuman et al. (2011) membuat perbandingan berdasarkan analisis elastis dan elasto-plastik menggunakan dua software STAAD Pro 2004 dan SAP V 10.0.5 (2000). Untuk analisis, gedung beton bertulang 15 lantai yang terletak di zona-IV telah dipertimbangkan untuk menentukan lokasi *shear wall* terbaik di gedung bertingkat, beberapa faktor seperti gaya geser, momen lentur, simpangan lantai dihitung dan dibandingkan berdasarkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan perangkat lunak STAAD Pro 2004 dan SAP V 10.0.5 (2000). Hasil analisis menunjukkan bahwa *shear wall* dapat dipasang pada rangka ke-6 dan ke-7 atau pada rangka ke-1 dan ke-12 dalam arah yang lebih pendek (Gambar 6).

Tulisan sebelumnya telah membahas dan telah menampilkan hasil dari beberapa peneliti, namun model-model yang diusulkan tidak konsisten dalam hal ini disetiap letak yang diusulkan memiliki profil dan ukuran *shear wall* yang berbeda. Sehingga, dalam tulisan ini struktur gedung simetris 7 tingkat dengan variasi letak *shear wall* dimodelkan dengan profil dan ukuran *shear wall* yang konsisten. Tulisan ini bertujuan untuk mengoptimalkan letak *shear wall* pada struktur gedung simetris 7 tingkat.



Gambar 4. Usulan model *shear wall*



Gambar 5. Usulan model *shear wall*

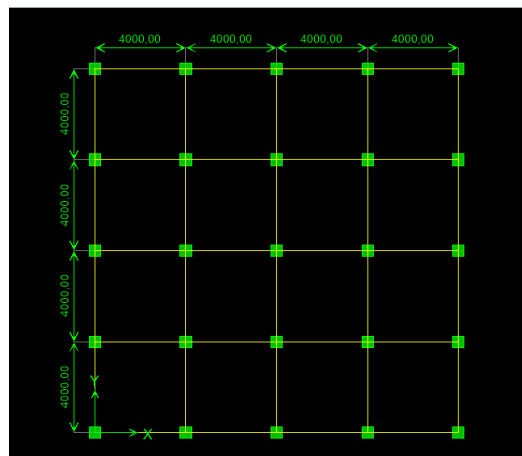


Gambar 6. Hasil analisis yang diusulkan

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam tulisan ini struktur gedung simetris 7 tingkat dimodelkan dan dianalisis menggunakan *software* ETABS v.9.7.4. Analisis dilakukan pada 4 model dengan variasi letak *shear wall*. Untuk model normal yaitu model tanpa *shear wall* yang akan digunakan sebagai pengontrol ditampilkan pada Gambar 7. Selanjutnya, model 1, 2, 3, dan 4 merupakan model dengan variasi letak *shear wall* yang diusulkan. Model-model struktur yang diusulkan berturut-turut ditampilkan pada Gambar 8. Langkah-langkah pemodelan dan analisis dengan *software* ETABS v.9.7.4 ditampilkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 9. Untuk data-data struktur gedung yang digunakan dalam pemodelan adalah sebagai berikut:

- Asumsi material *default software*;
- Tipe struktur simetris dengan panjang dan lebar antara kolom ke kolom 4 m;
- Kolom yang dipakai yaitu kolom persegi dengan ukuran 500 x 500 mm;
- Asumsi tulangan kolom digunakan 8 batang, D20 mm, selimut beton 40 mm;
- Tinggi kolom antar tingkat 3 m;
- Dimensi kolom 500 x 500 mm;
- Dimensi balok 400 x 200 mm;
- Tebal pelat 120 mm;
- Tebal *shear wall* 300 mm;



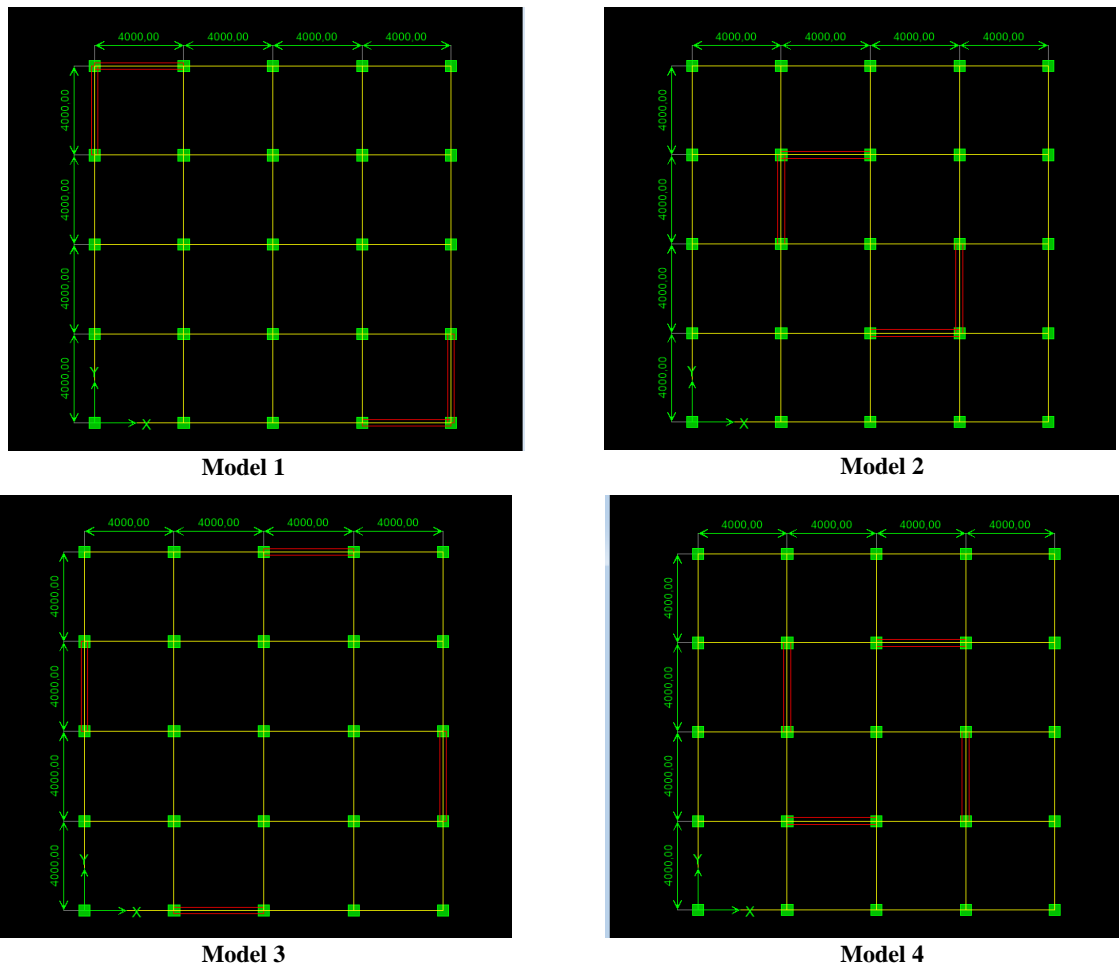
Gambar 7. Model struktur tanpa *shear wall*

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

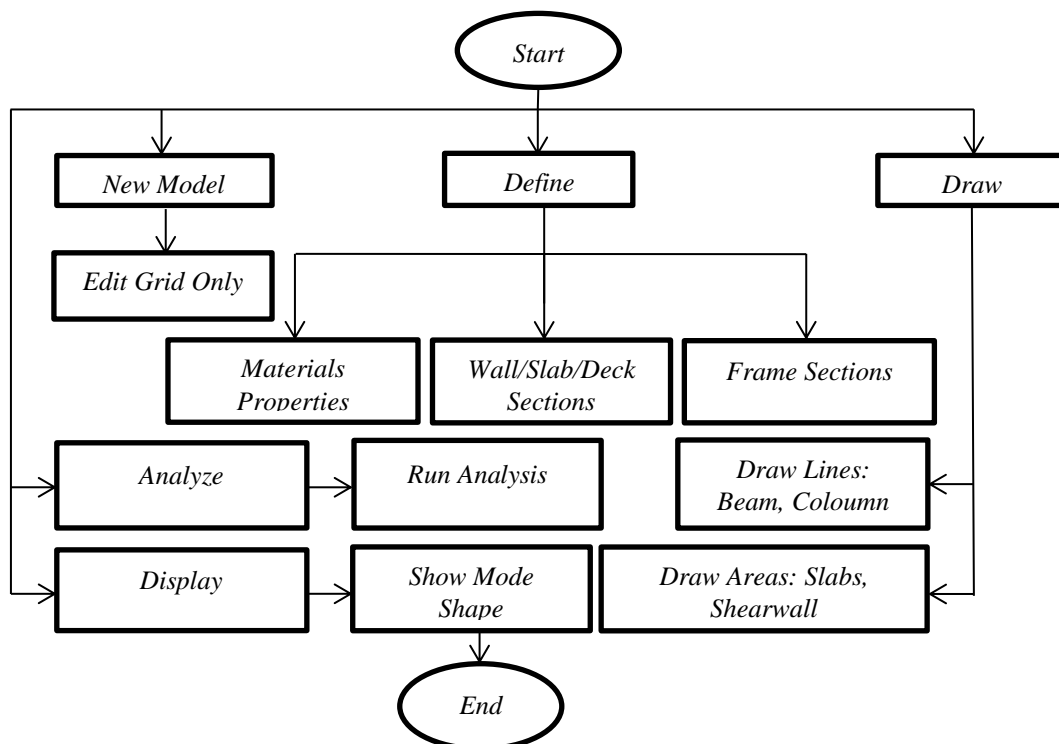
### Hasil

Hasil pemodelan dengan ETABS v.9.7.4 untuk struktur gedung tanpa *shear wall* ditampilkan pada Gambar 10 dan struktur gedung dengan variasi letak *shear wall* ditampilkan pada Gambar 11.

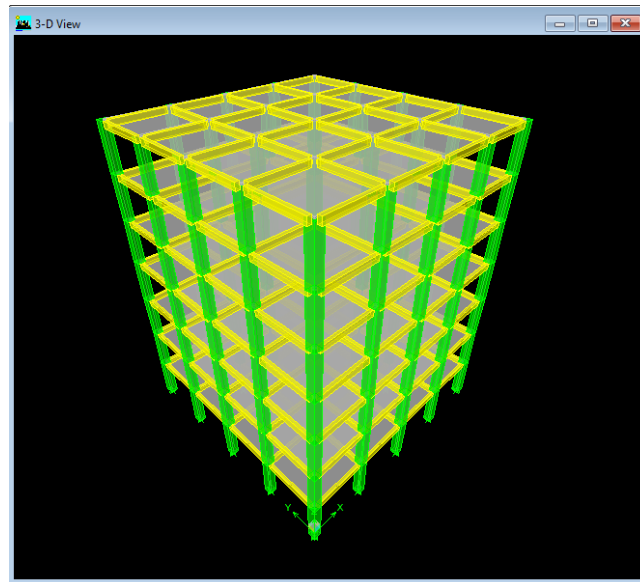
Selanjutnya, di *run analysis*, pilih *show mode shape* untuk mendapatkan *output* ragam getar atau periode getar alami struktur dari struktur gedung tanpa *shear wall* ditampilkan pada Gambar 12 dan untuk hasil periode getar alami struktur gedung dengan variasi letak *shear wall* ditampilkan berturut-turut pada Gambar 13, 14, 15, dan 16. Hasil periode getar alami struktur juga direkap dan ditampilkan pada Tabel 1.



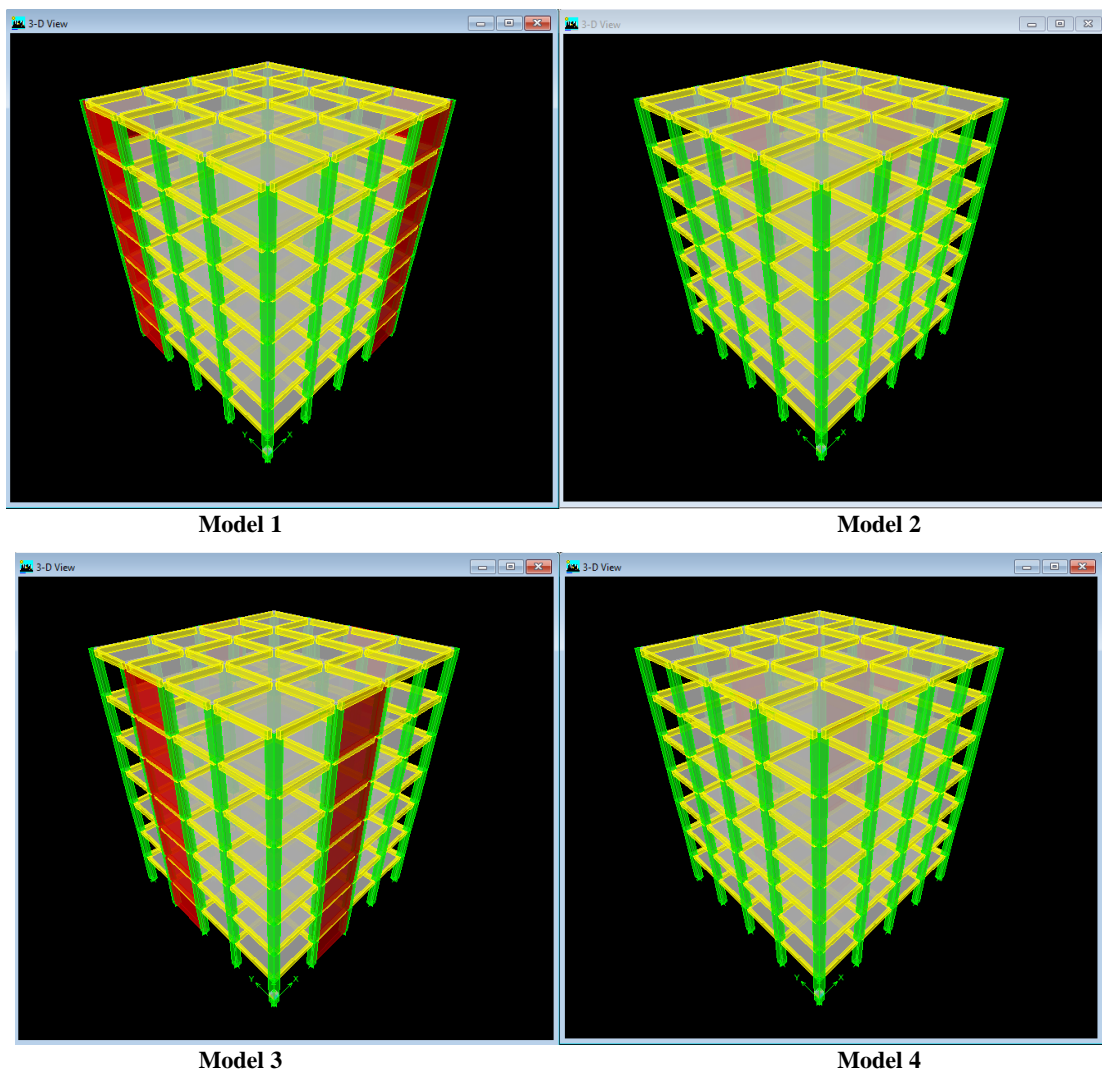
Gambar 8. Model struktur dengan variasi letak *shear wall*



Gambar 9. Langkah-langkah pemodelan dan analisis dengan *software* ETABS v.9.7.4

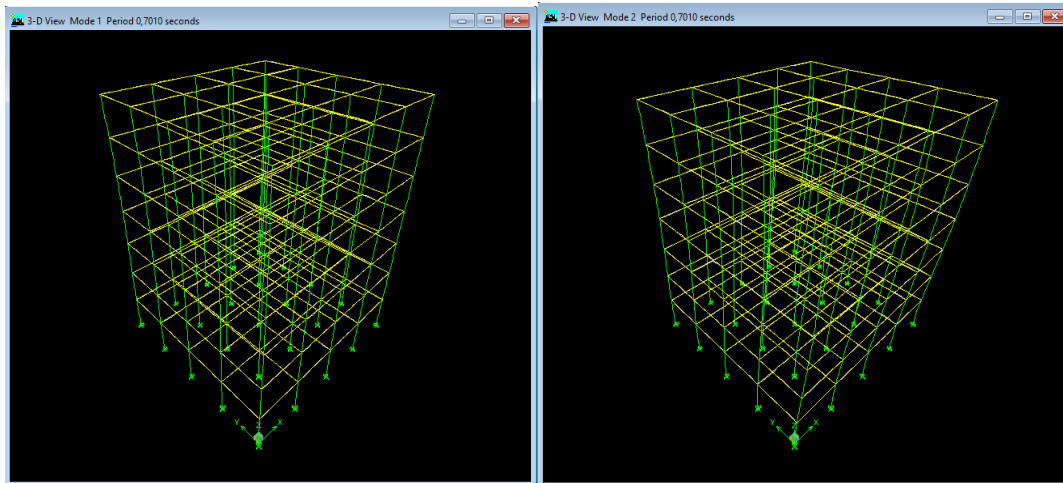


Gambar 10. Hasil pemodelan struktur tanpa *shear wall*

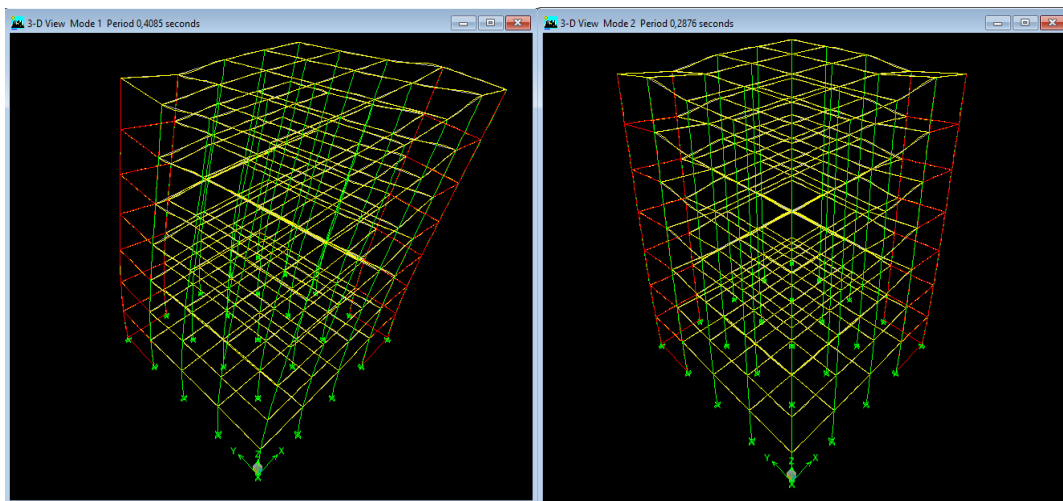


Gambar 11. Hasil pemodelan struktur dengan variasi letak *shear wall*

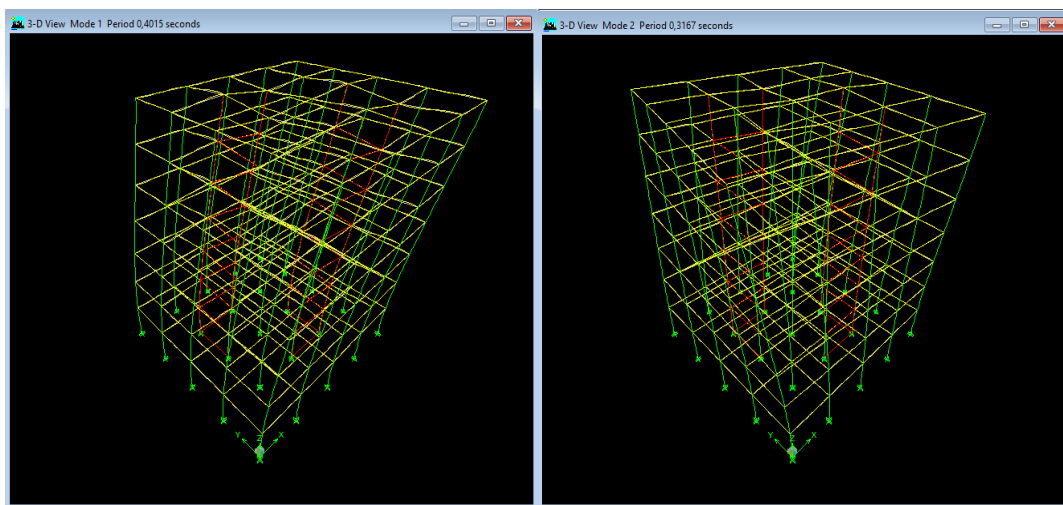




Gambar 12. Hasil periode getar alami untuk *mode* 1 dan 2 struktur gedung tanpa *shear wall*

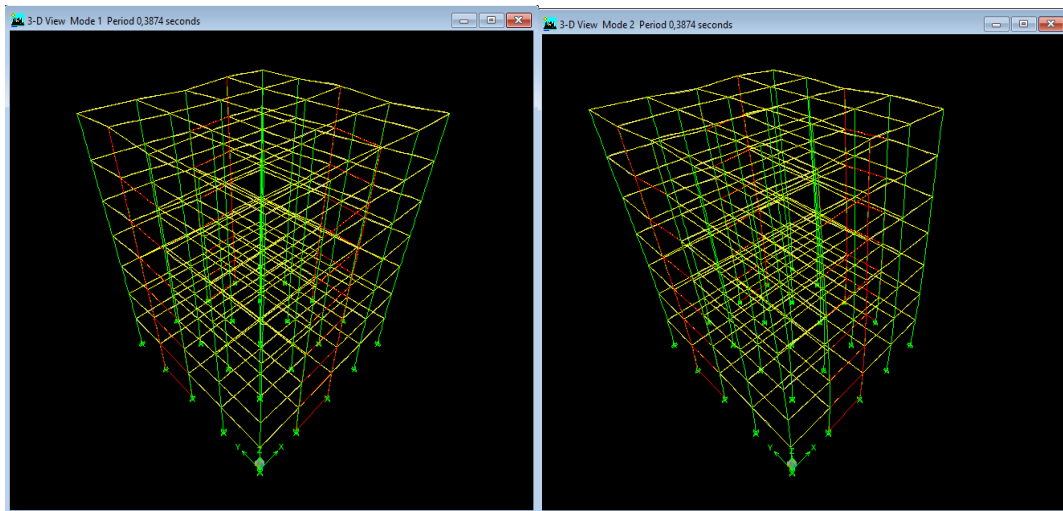


Gambar 13. Hasil periode getar alami untuk *mode* 1 dan 2 struktur gedung model 1

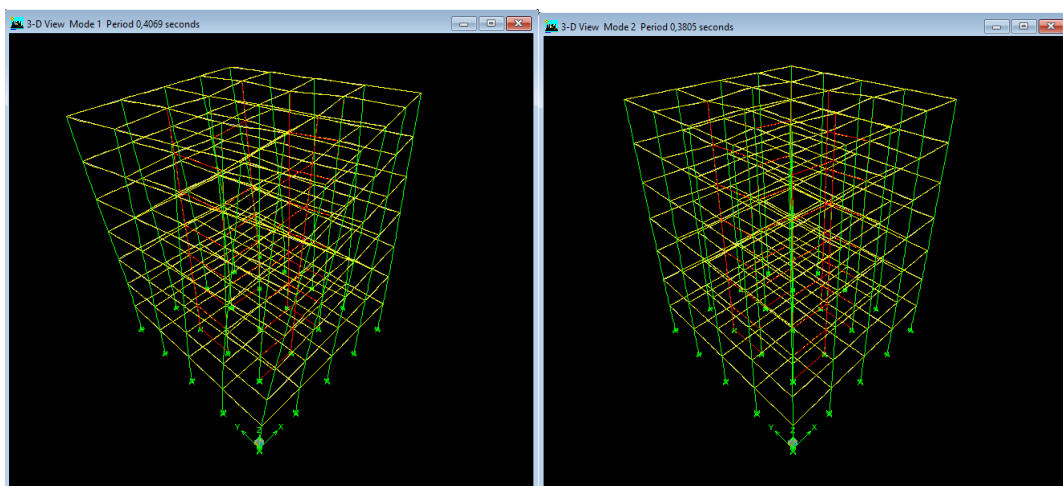


Gambar 14. Hasil periode getar alami untuk *mode* 1 dan 2 struktur gedung model 2





Gambar 15. Hasil periode getar alami untuk *mode* 1 dan 2 struktur gedung model 3



Gambar 16. Hasil periode getar alami untuk *mode* 1 dan 2 struktur gedung model 4

Tabel 1. Rekap hasil periode getar alami

Model	<i>Mode</i> 1	<i>Mode</i> 2
Struktur tanpa <i>shear wall</i>	0,7010	0,7010
Model 1	0,4085	0,2876
Model 2	0,4015	0,3167
Model 3	0,3874	0,3874
Model 4	0,4069	0,3805

## Pembahasan

- Model 3 memiliki nilai periode getar alami struktur yang lebih kecil untuk *mode* 1. Untuk *mode* 2 terlihat bahwa model 1 memiliki nilai yang lebih kecil. Perlu dicatat bahwa syarat batasan periode getar alami telah diatur dalam SNI 1726-2019 untuk setiap wilayah gempa. Sehingga, periode getar alami struktur tidak boleh melebihi batasan yang ditentukan dalam peraturan. Umumnya nilai maksimum periode getar alami struktur yang diisyaratkan dalam desain dengan *software* sebesar 1,0 detik.
- Nilai faktor reduksi kekakuan untuk *shear wall* masih diperdebatkan. Masalahnya peraturan ACI 318 menyatakan bahwa nilai reduksi untuk *shear wall* adalah yang sesuai dengan mekanisme lentur (momen inersia I). Ini relatif mudah diterapkan pada elemen tipe *frame*, karena kekakuan lentur dan aksial tidak saling berhubungan. Namun, untuk elemen *shell* (elemen yang biasa digunakan untuk model *shear wall*), nilainya saling berhubungan. Ini berarti bahwa jika mengurangi kekakuan elemen *shell* sesuai dengan kekakuan lentur, maka secara otomatis mengurangi kekakuan aksial dengan faktor tersebut. Peraturan ACI 318 menyatakan pengurangan sebesar 0,7 (*un crack*) dan 0,35 (*crack*). Jika nilai pengurangan kekakuan yang lebih rendah (0,8-

1,0) digunakan, efeknya adalah periode getar semakin rendah, dikarenakan kekakuan *shear wall* yang lebih tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisis struktur gedung tanpa *shear wall* dan dengan variasi letak *shear wall* menggunakan *software* ETABS v.9.7.4 telah diperoleh. Hasil analisis menunjukkan bahwa model 3 merupakan letak yang lebih baik untuk diterapkan pada struktur tinjauan, dikarenakan semakin kecil nilai periode getar alami maka struktur dianggap lebih fleksibel dan dianggap mampu menghasilkan *base shear* yang lebih besar dalam desain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andreasson, S., Yasumura, M., & Daudeville, L. (2002). Sensitivity Study Of The Finite Element Model For Wood-Framed Shear Walls. *Journal Of Wood Science*, 48, 171–178. <https://doi.org/10.1007/Bf00771363>
- Anshuman S., Dipendu, B., Bhavin, R. (2011). Solution of Shear Wall Location in Multi-Storey Building. *International Journal of Civil & Structural Engineering*, 2(2), 493–506.
- Bhavsar, R., Rathva, M., Bhatt, S., & Prajapati, D. (2019). Optimization Of G + 7 Storeyed Rcc Building With Different Positioning Of Shearwall. *International Journal Of Advance Engineering And Research Development*, 6(1), 1–7.
- Effendi, F., Chandra, Y., & Akbar, S. J. (2017). Waktu Getar Alami Fundamental. *Teras Jurnal*, 7(2), 274–283.
- Erazo, K., Moaveni, B., & Nagarajaiah, S. (2019). Bayesian Seismic Strong-Motion Response And Damage Estimation With Application To A Full-Scale Seven Story Shear Wall Structure. *Engineering Structures*, 186(February), 146–160. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.02.017>
- Harne, V. R. (2014). Comparative Study Of Strength Of Rc Shear Wall At Different Location On Multi-Storied Residential Building. *International Journal Of Civil Engineering Research*, 5(4), 391–400. <http://www.ripublication.com/Ijcer.htm>
- Hasibuan, S., & Hasibuan, R. (2020). Probabilitas Percepatan Puncak Tanah Pada Gempa Signifikan Dan Merusak Wilayah Ntt. *Snitt- Politeknik Negeri Balikpapan*, 140–150.
- Higashi, Y., Endo, T., Ohkubo, M., & Shimizu, Y. (1980). *Experimental Study On Strengthening Reinforced Concrete Structure By Adding Shear Wall*. 7, 173–180.
- Khandelwal, D. N., & Mhetre, M. S. (2017). A Review On Optimum Height And Location Of Shear Walls In High-Rise Buildings. 2(9), 5–7.
- Krishnan, M. K. A., & Jose, C. J. (2016). Optimum Location Of Rc Shear Wall For A Five Storey Symmetrical Framed Structure For Efficient Seismic Design Using Pushover Analysis. *Ijcesr*, 3(12), 41–47.
- Kulkarni, A. D. (2016). Assessment Of Location And Optimum Percentage Of Shear Wall For Typical Plans. *Ijedr*, 4(3), 985–989.
- Lovaraju, K., & Balaji, K. V. G. D. (2015). Effective Location Of Shear Wall On Performance Of Building Frame Subjected To Earthquake Load. *International Advanced Research Journal In Science, Engineering And Technology*, 2(1), 33–36. <https://doi.org/10.17148/Iarjset.2015.2105>
- Mullapudi, R. T., Charkchi, P., & Ayoub, A. S. (2009). Evaluation Of Behavior Of Reinforced Concrete Shear Walls Through Finite Element Analysis. *American Concrete Institute, Aci Special Publication*, 73–100.
- Pavani, M., Kumar, G. N., & Pingale, S. (2015). Shear Wall Analysis And Design Optimization In Case Of High Rise Buildings Using Etabs (Software). *International Journal Of Scientific & Engineering Research*, 6(1), 480–488.
- Rathi, G. R., & Nikam, P. A. (2018). Comparative Study Of With & Without Shear Wall For Drift & Displacement. *Ijsrd - International Journal For Scientific Research & Development*, 6(3), 2310–2312.
- Resmi, R., & Roja, S. Y. (2016). A Review On Performance Of Shear Wall R.Resmi1,. *International Journal Of Applied Engineering Research*, 11(3), 369–373. <http://www.ripublication.com/Ijaer.htm>
- Serafinska, A., Ozenc, K., & Kaliske, M., (2016). A Coupled Approach Of Optimization, Uncertainty Analysis And Configurational Mechanics For A Fail-Safe Design Of Structures: A Coupled Optimization Based Approach For A Fail-Safe Design. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 109(1). <https://doi.org/10.1002/nme.5282>
- Sud, A., Shekhawat, R. S., & Dhiman, P. (2014). Best Placement Of Shear Walls In An Rcc Space Frame Based On Seismic Response. *International Journal Of Engineering Research And Applications (Ijera)*, 29(March), 35–38.
- Wiyono, D. R., Milyardi, R., & Pranata, Y. A. (2021). Evaluation Of Internal Forces And Support Reaction Of Column And Shearwall In 15 Th Building Design. *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 1071, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1071/1/012002>

Zhang, Z., & Wang, F. (2021). Experimental Investigation Into The Seismic Performance Of Prefabricated Reinforced Masonry Shear Walls With Vertical Joint Connections. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/App11104421>

