

OPTIMALISASI PENGGUNAAN STEEL PLATE SHEAR WALL (SPSW) PADA TOWER MAGNA ONE SURABAYA TERHADAP BEBAN GEMPA

Septindra Hafizh Al. Furqan¹, Berkat Cipta Zega²

¹D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: septindrahafizh37@gmail.com

²D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: berkatzega@unesa.ac.id

Abstrak

Tower Magna One Surabaya merupakan gedung yang memiliki dua fungsi bangunan Low Zone Office dan High Zone Apartement dengan perkuatan struktur menggunakan CSW berbentuk Core Wall. Penelitian ini menganalisa Optimalisasi penggunaan SPSW pada Tower Magna One Surabaya terhadap beban gempa. Pelaksanaan penelitiandilakukan secara observasi eksperimental menggunakan pendekatan kuantitatif. Pemodelan dilakukan menggunakan program SAP 2000 V22. Hasil penambahan struktur SPSW dengan pengaku kolom WF 500x200x10x16 dan balok WF 500x200x10x16 memberikan kekakuan terhadap Tower Magna One Surabayasehingga Max Displacement yangdihasilkan lebih kecil sebesar 40.9 mm dibandingkan dengan CSW sebesar 41.2 mm. Struktur SPSW mampu mengurangi Base Shear Reaction arah x dan arah y sebesar 60%. Struktur SPSW mampu menerima gaya aksial lebihbesar dibandingkan dengan CSW. Variasi ketebalan pelat SPSW minimum sebesar 10 mm pada Tower Magna One Surabaya. Penggunaan SPSW dengan tebal pelat SPSW 10 mm mampu memberikan kekuatan sebanding dengan CSW ketebalan 50 cm, dan SPSW dapat mengurangi massa struktur sebesar 9,3 % dibandingkan dengan CSW.

Kata Kunci: CSW, Gaya Geser, Simpangan, SPSW.

Abstract

Tower Magna One Surabaya is a building that has two functions: Low Zone Office building and High Zone Apartment with structural reinforcement using CSW in the form of Core Wall. This study analyzes the optimization of the use of SPSW at Tower Magna One Surabaya against earthquake loads. The implementation of the research was carried out by experimental observation using a quantitative approach. Modeling is done using the SAP 2000 V22 program. The results of the addition of the SPSW structure with column stiffeners WF 500x200x10x16 and WF beams 500x200x10x16 provide rigidity to Tower Magna One Surabaya so that the resulting Max Displacement is 40.9 mm smaller compared to CSW of 41.2 mm. The SPSW structure can reduce the Base Shear Reaction in the x and y directions by 60%. The SPSW structure is able to accept greater axial forces compared to CSW. Variation of minimum SPSW plate thickness of 10 mm at Tower Magna One Surabaya. The use of SPSW with SPSW plate thickness of 10 mm is able to provide strength comparable to CSW with a thickness of 50 cm, and SPSW can reduce the mass of the structure by 9.3% compared to CSW.

Keywords: CSW, Deviation, Shear Force, SPSW.

PENDAHULUAN

Indonesia terletak diantara *Ring of Fire* yang memiliki wilayah yang rentan terhadap gempa. (Darmawan et al., 2021).

Kota Surabaya termasuk wilayah yang rentan terkena gempa, menurut data dari Badan Pusat Statistik tahun 2022. Kota Surabaya termasuk salah satu dengan jumlah penduduk yang padat di Provinsi Jawa Timur. Keinginan masyarakat untuk memiliki tempat tinggal SHM di Surabaya sangat tinggi sehingga kondisi ini perlu di analisis solusi yang tepat (Biro Pusat Statistik, 2022).

Konsep tata ruang di Kota Surabaya untuk keberlanjutan kota harus memiliki fungsi hunian, kantor, pusat perbelanjaan, dan lain - lain, maka perencanaan *High Rise Building* di Kota Surabaya menjadi *Mix Use Building* yaitu bangunan yang memiliki 2 atau lebih fungsi secara bersamaan. (Purnomo & Septanti, 2021).

Pada perencanaan *High Rise Building*, Perhitungan terhadap gaya lateral bangunan sangat penting dalam analisis perencanaan struktur. Dinding geser digunakan untuk memberikan stabilitas bangunan tingkat tinggi terhadap beban gempa yang terjadi. Saat ini banyak bangunan *Mix Use* menggunakan perkuatan tambahan pada struktur bangunan tersebut untuk mengurangi gempa yang terjadi (Dewi et al., 2023).

Bangunan *High Rise Building* memiliki komponen struktur atas. Struktur atas pada bangunan bertingkat tinggi yaitu, balok, kolom, pelat lantai dan sistem perkuatannya. Salah satu bentuk sistem perkuatan pada bangunan tingkat tinggi yaitu *Core Wall* yang berperan aktif dalam mengurangi simpangan bangunan akibat terjadinya gempa dan memperkuat suatu bangunan gedung. (SNI 1726- 2019, 2019).

Core Wall merupakan salah satu bentuk dari *Shear Wall* selain digunakan sebagai perkuatan struktur bangunan dapat digunakan sebagai kamar mandi, Gudang, tangga, dan lift. *Core Wall* biasanya

menggunakan material CSW dan SPSW. (Gunawan et al., 2019).

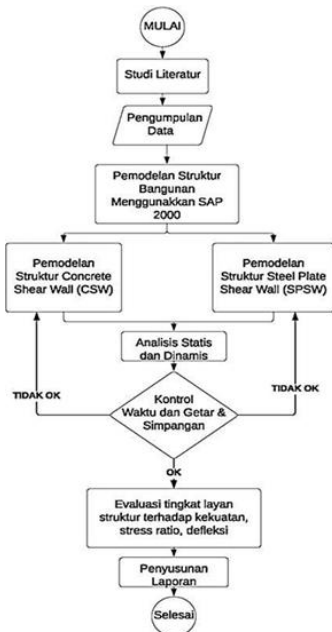
Berdasarkan SNI 1729:2015, berisi tentang pengaturan perancangan *Steel Plate Shear Wall* (SPSW), bahwa perancangan gedung menggunakan struktur baja termasuk pilihan yang ideal sebagai sistem struktur perkuatan terhadap beban gempa pada bangunan (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2015). Perancangan *Steel Plate Shear Wall* (SPSW) dimulai dari tahun 1980. Penggunaan (SPSW) tanpa perkuatan apapun dan diberi perkuatan. Penggunaan sistem tanpa perkuatan populer pada tahun 2000. Penambahan perkuatan SPSW digunakan pada penambahan kolom didesain untuk mengalami leleh di daerah *panel zone* dan penambahan perkuatan pada balok didesain untuk mengalami sendi plastis. SPSW didesain agar mengurangi efek terjadinya beban gempa terhadap bangunan tinggi. (Khala, 2018).

Penelitian ini penting untuk diteliti dikarenakan di Indonesia belum banyak digunakan dengan baik. Penelitian ini mengembangkan pada bagian perkuatan struktur bangunan karena keterbatasan lahan dan adanya beban gempa, maka akan dilakukan permodelan bangunan dengan CSW dan permodelan bangunan dengan SPSW, kemudian di analisa menggunakan program SAP2000 v22 untuk mengetahui simpangan maksimum, gaya geser dasar, periode struktur, gaya aksial, dan pengaruh variasi ketebalan pelat SPSW terhadap beban gempa. Berdasarkan itu maka perlu dilakukan penelitian tentang Optimalisasi penggunaan *Steel Plate Shear Wall* (SPSW) pada tower Magna One Surabaya terhadap beban gempa. Sehingga peneliti dapat menghasilkan alternatif material yang efektif untuk mengurangi beban struktur dan gaya lateral akibat beban gempa

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Tower Magna One Surabaya dengan tingkat 36 lantai dengan luas tanah sebesar 38x38 m.

Pemodelan dilakukan menggunakan SAP 2000 V22. Bangunan difungsikan sebagai kantor dan apartement. Berikut merupakan alur penelitian yang dilakukan.



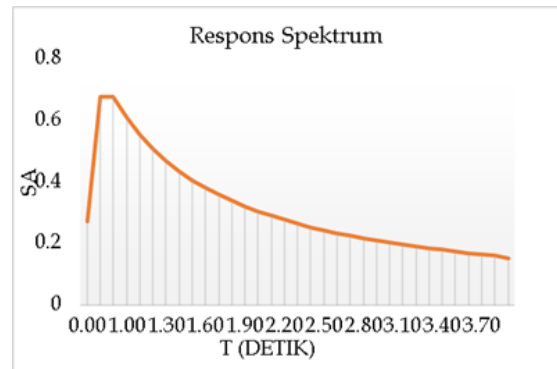
Gambar 1 Bagan Alir

Data Struktur

Tabel 1 Data struktur Tower Magna One Surabaya

Nama Proyek	Magna One Surabaya
Fungsi Bangunan	Office dan Apartement
Jumlah lantai	36
Kategori Risiko	2
Faktor Keutamaan Gempa	1
Wilayah	Surabaya
SDS	0.674
SD1	0.604
Kategori Desain Sesimik	D
Ketinggian Bangunan Keceruhan	135.9 m

Respons Spektrum



Gambar 1 Respon Spektrum Surabaya Tanah Lunak 2023

Modeling and Analysis

Tabel 2 Pemodelan struktur CSW dan struktur SPSW

Model	Pemodelan Struktur CSW	Pemodelan Struktur SPSW
Denah		
Pemodelan 2D		
Pemodelan 3D		

Tabel 3 Data Perencanaan struktur SPSW dan struktur CSW

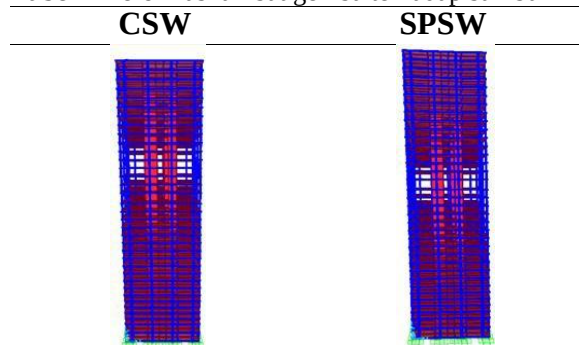
	CSW	SPSW
Mutu	Fc' 45 Mpa	WF 500x200x10x

		16
	$R = 7$	$R = 5$
Sistem Struktur	$\Omega_o^b = 2$	$\Omega_o^b = 2.5$
	$Cd = 6$	$Cd = 5$
Dimensi Pengaku	500 mm	10 mm

HASIL PEMBAHASAN

Hasil dari analisis simpangan maksimum didapat bahwa *eksisting Concrete Shear Wall* (CSW) dengan ketebalan 500 mm mengalami pergeseran lebih besar sebesar 41,2 mm dibandingkan dengan *Steel Plate Shear Wall* (SPSW) dengan ketebalan 10 mm mengalami pergeseran lebih kecil sebesar 40,9 mm, sedangkan periode kedua struktur masih dalam batas T_{min} dan T_{max} . Sementara untuk massa struktur SPSW lebih besar mengalami penurunan sebesar 9,3 % dibandingkan dengan massa struktur CSW.

Tabel 4 Deformasi akibat gempa terhadap sumbu x

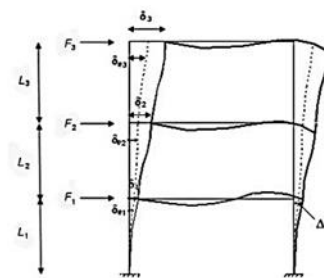


Tabel 5 Hasil analisis struktur CSW dengan struktur SPSW

	CSW	SPSW	Persentase Penurunan(%)
<i>Max Displacement</i>	41.2 mm	40.9 mm	0.7%
<i>Base Shear</i>	$F_x = 14736,68$ KN	$F_x = 5780.079$ KN	$F_x = 60,78\%$
	$F_y = 16016,9$ KN	$F_y = 6053.808$ KN	$F_y = 62,20\%$
<i>Periode Struktur</i>	4.2 detik	5.3 detik	$T_{min} = 3.875$ detik
			$T_{maks} = 5.425$ detik
<i>Massa</i>	91270,6 ton	82758,9 ton	9,3%

Simpangan Antar Tingkat

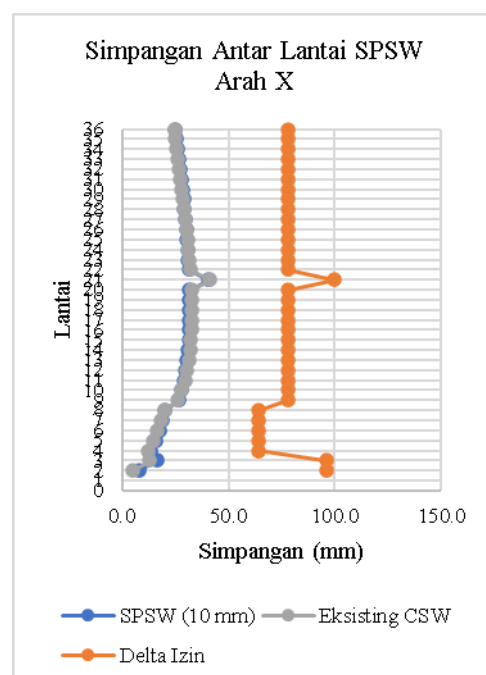
Hasil simpangan maksimum pada Tower Magna One Surabaya menunjukkan bahwa struktur *eksisting* CSW dibandingkan dengan struktur SPSW memiliki selisih 0.17%. Namun, kedua struktur masih dalam maksimum deformasi antartingkat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 2 Simpangan tiap tingkat pada bangunan

Tabel 6 Hasil Simpangan Maksimum pada bangunan

	Delta izin	SPSW	CSW
Nilai	100 mm	40.9 mm	41.2 mm

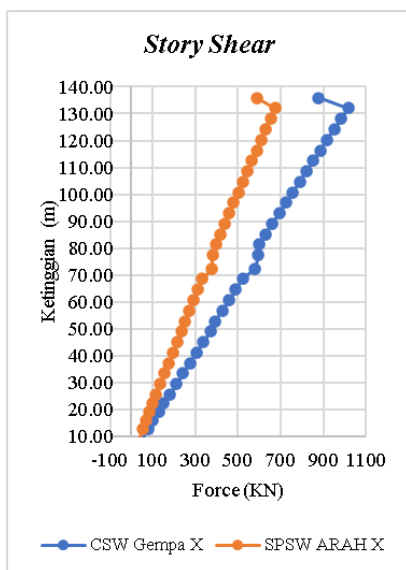


Gambar 3 Simpangan Maksimum Antar Tingkat

Diperoleh simpangan maksimum antar tingkat struktur CSW sebesar 41.2 mm pada lantai 21 dan struktur SPSW sebesar 40.9 mm pada lantai 21 dengan batas simpangan izin sebesar 100 mm, sehingga kedua bangunan masih dalam batas simpangan yang telah diizinkan.

Base Shear Reaction

Gaya geser dasar yang terjadi pada struktur *eksisting* CSW dengan struktur SPSW ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4 Base Shear Reaction struktur CSW dan SPSW

Diperoleh Gaya geser dasar struktur CSW dibandingkan dengan struktur SPSW mengalami penurunan sebesar 60 % pada sumbu x dan sumbu y. Sehingga penggunaan struktur SPSW dapat mengurangi berat struktur pondasi dan struktur SPSW dapat mereduksi berat bangunan sebesar 9,3 %.

Variasi Ketebalan Pelat (SPSW)

Variasi ketebalan pelat yang memenuhi struktur SPSW pada Tower Magna One Surabaya ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Pengaruh Ketebalan Pelat SPSW Pengaruh Ketebalan Plat

Tebal Plat (mm)	Displacement Maksimum (mm)
CSW <i>Eksisting</i>	41.2 mm
1.5	50.586 mm

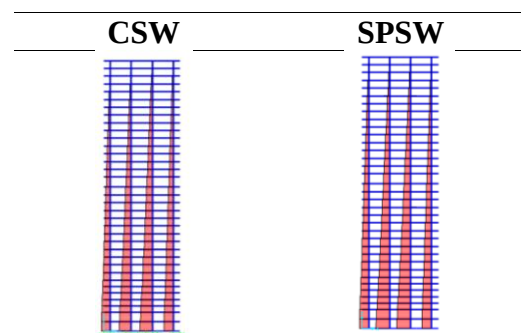
2	49.602 mm
3	48 mm
4	46.734 mm
5	45.708 mm
8	43.068 mm
10	40.9 mm
12	40.53 mm
15	38.862 mm

Hasil analisis dari variasi ketebalan pelat untuk struktur SPSW dapat disimpulkan bahwa Simpangan maksimum *eksisting* CSW sebesar 41.2 mm sehingga pemilihan pelat minimal memiliki ketebalan sebesar 10 mm. Tebal pelat 10 mm memiliki simpangan maksimum sebesar 40.9 mm sehingga sesuai dengan optimalisasi penggunaan SPSW.

Gaya Aksial

Gaya aksial yang terjadi pada struktur *eksisting* CSW dan struktur SPSW.

Tabel 8 Gaya Aksial yang terjadi pada Struktur CSW dan struktur SPSW



Tabel 9 Perbandingan Gaya Aksial struktur CSW dan struktur SPSW

Gaya Aksial Pada Kolom			
Struktur	Object	KN/m	Persentase Penurunan
CSW	7639	17484,71	0.5%
SPSW	7639	17388.3	

Hasil analisis yang diperoleh Gaya aksial pada kode kolom 7639 struktur CSW lebih kecil dalam menahan gaya aksial struktur keseluruhan dikarenakan SPSW memiliki kekakuan struktur lebih baik daripada CSW sehingga gaya yang bekerja lebih besar daripada kondisi struktur *Eksisting Concrete Shear Wall* (CSW).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Pemodelan struktur *Steel Plate Shear Wall* (SPSW) dapat dilakukan menggunakan Program SAP2000 untuk selanjutnya dilakukan analisis struktur. Membuat 2 pemodelan Struktur *Eksisting* CSW dan SPSW.
- Hasil analisis struktur CSW dan SPSW memiliki periode struktur yang masih dalam batas aman saat terjadinya gempa, serta dengan adanya optimalisasi penggunaan struktur SPSW pada Proyek Magna One Surabaya diperoleh simpangan maksimum antar lantai struktur SPSW lebih kecil dari struktur CSW dengan nilai CSW sebesar 41.2 mm dan SPSW sebesar 40.9 mm dan penurunan massa struktur bangunan terjadi pada penggunaan struktur SPSW sebesar 9,3 % sehingga *Base Shear Reaction* mengalami penurunan lebih dari 50% pada arah X dan arah Y maka struktur SPSW dapat bekerja lebih optimal karena SPSW memberikan kekakuan tambahan pada struktur sehingga memiliki kapasitas daya dukung yang lebih baik dari struktur *eksisting*.
- Variasi ketebalan pelat untuk struktur SPSW pada proyek Magna One Surabaya mempunyai batas minimal simpangan maksimum sebesar 41.2 mm sehingga ketebalan pelat minimal memiliki ketebalan 10 mm atau lebih.
- SPSW lebih besar menerima gaya aksial daripada CSW seperti ditunjukkan pada kode 7639, gaya aksial SPSW sebesar 17388.3 KN sedangkan gaya aksial CSW sebesar 17484.71 KN, Sehingga SPSW dapat menerima gaya aksial lebih besar tetapi tidak memberikan pergeseran lebih dari struktur CSW.

REFERENSI

Alvandi, Brian, Safitri, Rully Angraeni, & Purwanto, D. (2019). *PERENCANAAN HIGH RISE BUILDING ATAU*

BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN PERMODELAN KOLOM DAN BALOK TRANSFER. 1(2), 1–9.

Annapoorna, B. P., & Boodihal, M. A. (2019). A Study on Steel Plate Shear Wall. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 577(1), 14. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/577/1/012173>

Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 7860:2020 Ketentuan Seismik Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. *Badan Standardisasi Nasional*, 8, 1–336.

Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural Badan Standardisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 289. www.bsn.go.id

Badan Standardisasi Nasional SNI 1727:2020. (2020). Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain 1727:2020. *Badan Standardisasi Nasional 1727:2020*, 8, 1–336.

Berman, J. W., & Bruneau, M. (2004). *Steel Plate Shear Walls Are Not Plate Griders*.

Bruneau, M., Berman, J. W., Lopez-Garcia, D., & Vian, D. (2007). A review of steel plate shear wall design requirements and research. *Engineering Journal*, 44(1), 27–34.

Darmawan, A. Rizki, Maryawti, S., & Jumri. (2021). PERILAKU SHEARWALL PELAT BERGELOMBANG TERHADAP BEBAN GEMPA LATERAL STATIK Arya. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, 10(1), 42–46. <http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB/article/view/193>

Deepna, U., Menon, A. S., & Balamurugan, S. (2018). A comparative study on shear wall concept in accordance to its seismic behavior. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(4), 182–187. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.5.20041>

Dewi, S. M., Wibowo, A., & Dermawan, A. S. (2023). PENGEMBANGAN MODEL PERBAIKAN DAN PENINGKATAN KEKUATAN STRUKTUR SAMBUNGAN BALOK-KOLOM PADA. 17(1), 106–114.

Gita Zakiah Putri dan Muhammad Yusup Fiqri. (2022). *EVALUASI EFEKTIVITAS*

- PENGGUNAAN SHEAR PLATE SHEAR WALL PENGGANTI CONCRETE SHEAR WALL TERHADAP TINGKAT KENYAMANAN BANGUNAN. 13(2), 10.
- Gunawan, A., Dewi, S. H., & Adha, A. (2019). Studi Pengaruh Bukaian Corewall Terhadap Kinerja Lateral Sistem Struktur Yang Mengalami Beban Gempa. *Jurnal Saintis*, 19(1), 10. [https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19\(1\).2803](https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19(1).2803)
- Iwawo, E. R. M., Tjakra, J., & Pratas, P. A. K. (2016). Penerapan Metode Cpm Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 4(9), 551–558.
- Shobari, E., Affandi, K., & ... (2022). Mixed-Use Building Design Apartments And Commercial Building. *Jurnal Arsitektur Archicentre*, 1–36. <https://journal.inten.ac.id/index.php/archicentre/article/view/109>
- SNI 1726-2019. (2019). Sni 1726:2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, 8, 254.
- SNI 2847-2019. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia. SNI 03-2847:2019. *Sni 03-2847-2019*, 8, 720.
- Statistik, Badan Pusat. (2021). *Statistik Sektor Kota Surabaya Tahun 2021*. 28.
- Statistik, Biro Pusat. (2022). Indikator Perumahan dan Kesehatan Lingkungan. *Badan Pusat Statistik*.
- Supriyatna. (2018). *Bangunan Gedung*. 6–21.
- Usmat I, N. A., Imran, I., & Sultan, M. A. (2019). ANALISA LETAK DINDING GESER (SHEAR WALL) TERHADAP PERILAKU STRUKTUR GEDUNG AKIBAT BEBAN GEMPA. *Techno: Jurnal Penelitian*, 8(2), 297. <https://doi.org/10.33387/tk.v8i2.1327>
- Wirabakti, D. M., Abdullah, R., & Maddeppungeng, A. (2014). Studi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Teknik Sipil Universitas Agung Tirtayasa*, Vol. 6, 15–29.
- Zebua, D., & Wibowo, L. S. B. (2022). PERBANDINGAN PERPINDAHAN LATERAL GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN DAN TANPA DINDING GESER. *Dermawan*. 7(1), 9.
- Aditriananda, A. (2018). *Modifikasi Perencanaan Struktur Tamansari Iswara di Surabaya Menggunakan Sistem Steel Plate Shear Wall (SPSW)*. 288.
- Alvandi, Brian, Safitri, Rully Angraeni, & Purwanto, D. (2019). PERENCANAAN HIGH RISE BUILDING ATAU BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN PERMODELAN KOLOM DAN BALOK TRANSFER. 1(2), 1–9.
- Annapoorna, B. P., & Boodihal, M. A. (2019). A Study on Steel Plate Shear Wall. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 577(1), 14. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/577/1/012173>
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 7860:2020 Ketentuan Seismik Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. *Badan Standardisasi Nasional*, 8, 1–336.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural Badan Standardisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 289. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional SNI 1727:2020. (2020). Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain 1727:2020. *Badan Standardisasi Nasional 1727:2020*, 8, 1–336.
- Berman, J. W., & Bruneau, M. (2004). *Steel Plate Shear Walls Are Not Plate Griders*.
- Bruneau, M., Berman, J. W., Lopez-Garcia, D., & Vian, D. (2007). A review of steel plate shear wall design requirements and research. *Engineering Journal*, 44(1), 27–34.
- Darmawan, A. rizki, Maryawti, S., & Jumri. (2021). PERILAKU SHEARWALL PELAT BERGELOMBANG TERHADAP BEBAN GEMPA LATERAL STATIK Arya. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, 10(1), 42–46. <http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB/article/view/193>
- Deepna, U., Menon, A. S., & Balamurugan, S. (2018). A comparative study on shear wall concept in accordance to its seismic behavior. *International Journal of*

- Engineering and Technology(UAE)*, 7(4), 182–187.
<https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.5.20041>
- Dewi, S. M., Wibowo, A., & Dermawan, A. S. (2023). *PENGEMBANGAN MODEL PERBAIKAN DAN PENINGKATAN KEKUATAN STRUKTUR SAMBUNGAN BALOK-KOLOM PADA*. 17(1), 106–114.
- Gita Zakiah Putri dan Muhammad Yusup Fiqri. (2022). *EVALUASI EFEKTIVITAS PENGGUNAAN SHEAR PLATE SHEAR WALL PENGANTI CONCRETE SHEAR WALL TERHADAP TINGKAT KENYAMANAN BANGUNAN*. 13(2), 10.
- Gunawan, A., Dewi, S. H., & Adha, A. (2019). Studi Pengaruh Bukaian Corewall Terhadap Kinerja Lateral Sistem Struktur Yang Mengalami Beban Gempa. *Jurnal Saintis*, 19(1), 10.
[https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19\(1\).2803](https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19(1).2803)
- Iwawo, E. R. M., Tjakra, J., & Pratas, P. A. K. (2016). Penerapan Metode Cpm Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado). *Jurnal*
- Shobari, E., Affandi, K., & ... (2022). Mixed-Use Building Design Apartments And Commercial Building. *Jurnal Arsitektur Archicentre*, 1–36.
<https://journal.inten.ac.id/index.php/archicentre/article/view/109>
- SNI 1726-2019. (2019). Sni 1726:2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, 8, 254.
- SNI 2847-2019. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia. SNI 03-2847:2019. *Sni 03-2847-2019*, 8, 720.
- Statistik, Badan Pusat. (2021). *Statistik Sektor Kota Surabaya Tahun 2021*. 28.
- Statistik, Biro Pusat. (2022). Indikator Perumahan dan Kesehatan Lingkungan. *Badan Pusat Statistik*.
- Supriyatna. (2018). *Bangunan Gedung*. 6–21.
- Usmat I, N. A., Imran, I., & Sultan, M. A. (2019). ANALISA LETAK DINDING GESER (SHEAR WALL) TERHADAP PERILAKU STRUKTUR GEDUNG AKIBAT BEBAN GEMPA. *Techno: Jurnal Penelitian*, 8(2), 297.
<https://doi.org/10.33387/tk.v8i2.1327>
- Wirabakti, D. M., Abdullah, R., & Maddeppungeng, A. (2014). Studi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Teknik Sipil Universitas Agung Tirtayasa, Vol. 6*, 15–29.
- Zebua, D., & Wibowo, L. S. B. (2022). *PERBANDINGAN PERPINDAHAN LATERAL GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN DAN TANPA DINDING GESER* Dermawan. 7(1), 9.