



Optimasi Struktur Rumah Susun 3 Lantai Asrama Wiyata Tipe 24

Jeremy S. Eman^{#a}, Banu D. Handono^{#b}, Ronny E. Pandaleke^{#c}, Marthin D. J. Sumajouw^{#d}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^ajeremyeman17@gmail.com, ^bbanu2h@unsrat.ac.id, ^cronny_pandaleke@yahoo.com, ^ddody_sumajouw@yahoo.com

Abstrak

Desain prototipe struktur bangunan umumnya mengikuti pendekatan kondisi terburuk untuk memastikan keamanan terhadap beban maksimum, termasuk beban gempa. Salah satu elemen struktural yang lazim digunakan untuk meningkatkan kekakuan lateral adalah dinding geser. Namun, pada bangunan rendah seperti rumah susun tiga lantai di wilayah Sulawesi Utara yang termasuk dalam kategori risiko seismik menengah hingga tinggi, penerapan dinding geser belum tentu merupakan kebutuhan struktural yang mutlak. Selain berdampak pada peningkatan volume beton, keberadaan dinding geser juga memerlukan fondasi dengan dimensi yang lebih besar, yang pada akhirnya memengaruhi efisiensi biaya konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan struktur Rumah Susun Asrama Wiyata Tipe 24 melalui penghilangan dinding geser tanpa mengorbankan kekuatan dan kinerja seismik bangunan. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS dengan sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang dirancang berdasarkan SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019. Evaluasi dilakukan terhadap simpangan antar tingkat, rasio drift, kekuatan elemen struktur, serta pemenuhan prinsip Strong Column–Weak Beam. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun penghilangan dinding geser menyebabkan peningkatan simpangan antar tingkat sebesar 10,63% pada arah-X dan 171,41% pada arah-Y, nilai tersebut masih berada dalam batas yang diperkenankan. Gaya dalam seperti momen dan geser juga mengalami peningkatan sekitar 5%. Secara keseluruhan, struktur yang telah dioptimasi tetap memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan daktilitas sesuai standar, sehingga dapat disimpulkan bahwa penghilangan dinding geser memungkinkan peningkatan efisiensi desain tanpa mengurangi kinerja struktural secara signifikan.

Kata kunci: optimasi struktur, rumah susun, dinding geser, SRPMK, ETABS, SNI

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Dalam perencanaan struktur bangunan bertingkat, prototipe desain umumnya disusun dengan mempertimbangkan kondisi pembebanan maksimum untuk memastikan keselamatan struktur dalam skenario terburuk. Namun, pendekatan ini sering kali menghasilkan desain yang kurang efisien, terutama pada bangunan dengan jumlah lantai yang relatif rendah. Salah satu elemen struktural yang lazim digunakan dalam desain prototipe adalah dinding geser, yang meskipun efektif dalam meningkatkan kekakuan lateral dan ketahanan terhadap gempa, belum tentu diperlukan pada bangunan tiga lantai di wilayah Sulawesi Utara. Dalam kondisi tersebut, penerapan dinding geser dapat menyebabkan pemborosan material tanpa memberikan peningkatan kinerja struktural yang sebanding. Selain itu, dinding geser membutuhkan volume beton yang besar dan memerlukan fondasi dengan dimensi lebih besar untuk menyalurkan gaya vertikal dan lateral, sehingga berdampak pada peningkatan biaya konstruksi serta kompleksitas pelaksanaan di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi dan optimasi struktur dengan mempertimbangkan kemungkinan penghilangan dinding geser, guna mencapai desain bangunan yang tetap aman secara struktural namun lebih efisien dari sisi teknis dan ekonomis.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pengurangan atau penghilangan dinding geser terhadap kestabilan struktural dan kinerja seismik bangunan Rusun Asrama Wiyata Tipe 24?
2. Apa dampak pengurangan atau penghilangan dinding geser pada bangunan Rusun Asrama Wiyata Tipe 24 dari segi struktural?

1.3. Batasan Masalah

1. Struktur gedung bertingkat yang ditinjau adalah gedung 3 lantai dengan konstruksi beton bertulang.
2. Perencanaan elemen struktur yaitu pelat, balok, dan kolom.
3. Perencanaan elemen struktur menggunakan analisis yang mengacu pada SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
4. Analisa gaya gempa akan menggunakan metode analisis respon spektrum berdasarkan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
5. Peraturan Pembebanan berdasarkan SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
6. Beban-beban yang akan ditinjau yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
7. Struktur atap baja hanya diasumsikan sebagai massa.
8. Perencanaan gedung hanya mencakup analisis struktur dan desain elemen struktur.
9. Analisa Struktur dihitung dengan bantuan aplikasi ETABS v.21.0.0.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh pengurangan atau penghilangan dinding geser terhadap kestabilan struktural dan kinerja seismik bangunan Rusun Asrama Wiyata Tipe 24.
2. Mengetahui dampak pengurangan atau penghilangan dinding geser pada bangunan Rusun Asrama Wiyata Tipe 24 dari segi struktural.

2. Metode Perencanaan

2.1. Data Struktur

Fungsi bangunan	: Rumah Susun / Asrama	
Jumlah lantai	: 3 Lantai	
Tinggi struktur	: 14.6 meter	
Tinggi antar lantai	: Lantai 1 ke lantai 2	= 3.6 m
	: Lantai 2 ke lantai 3	= 3.4 m
	: Lantai 3 ke lantai dak	= 3.4 m
	: Lantai dak ke ring balok 1	= 0.95 m
	: Lantai ring balok 1 ke ring balok 2	= 3.25 m
Panjang bentang	: 38.25 meter (Arah X), 17.85 meter (Arah Y)	
Konstruksi/Material Struktur	: Beton Bertulang	

2.2. Data Material

- a) Spesifikasi Material Beton

Mutu Beton ($f'c$)	= 25 MPa
Berat Jenis	= 2400 kg/m ³
Modulus Elastisitas Beton	= 23500 MPa
Angka poison (ν)	= 0.2
- b) Spesifikasi Material Baja

Mutu Baja Tulangan Utama (f_y)	= 420 MPa (BjTS 420B)
Mutu Baja Tulangan Sengkang (f_{ys})	= 240 MPa (BjTS 240)
Modulus Elastisitas Baja	= 200000 Mpa

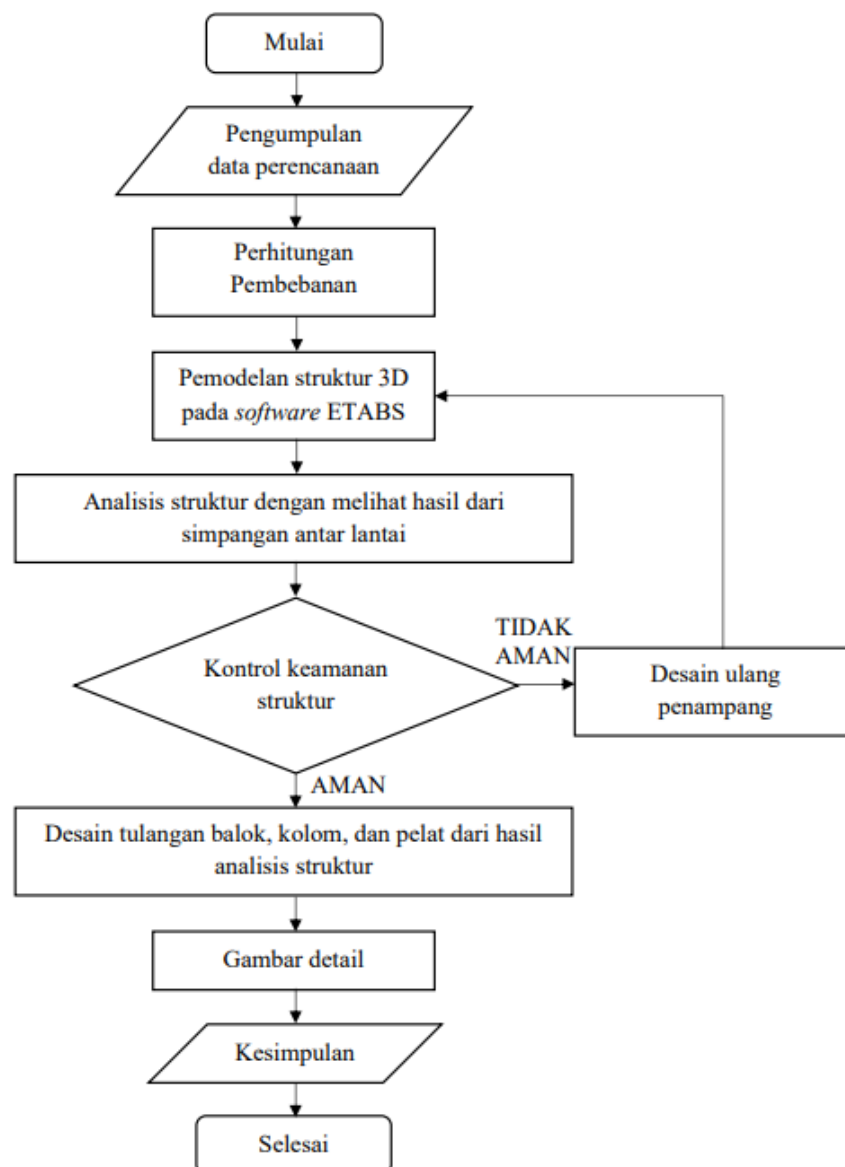
2.3. Data Beban

Struktur dirancang untuk menahan beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Seluruh beban tersebut selanjutnya dihitung berdasarkan kombinasi pembebanan yang ditetapkan dalam ketentuan SNI.

2.4. Data Tanah

Data tanah ini digunakan secara khusus untuk menentukan Kelas Lokasi (jenis tanah) dalam perhitungan dan analisis gempa. Informasi klasifikasi tanah diperoleh dari hasil penyelidikan menggunakan uji *Standard Penetration Test* (SPT), yang menunjukkan bahwa jenis tanah tergolong tanah sedang dengan nilai N berada dalam rentang 15-50 blows/ft.

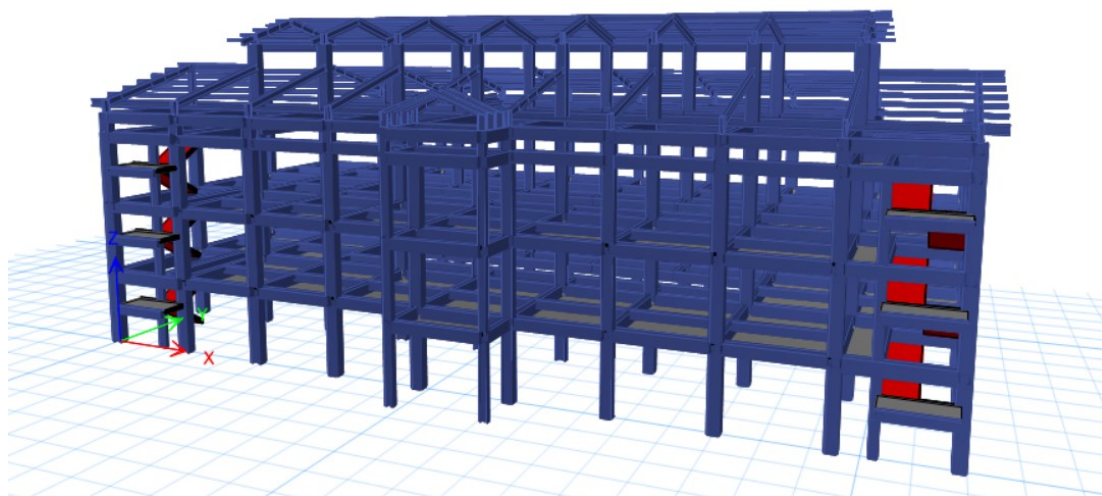
2.5. Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemodelan Struktur 3D



Gambar 2. Geometri Struktur 3D

3.2. Pembebanan

A. Beban Mati

- Berat beton bertulang = 2400 kg/m^3
- Beban mati tambahan pelat dak (watertank) = 5.43 kN/m^2
- Beban mati tambahan pelat lantai = 1.5 kN/m^2
- Beban mati tambahan dinding = 1.42 kN/m^2

B. Beban Hidup

- Lobby dan koridor = 4.79 kN/m^2
- Kamar = 1.92 kN/m^2
- Dak = 0.96 kN/m^2
- Tangga = 4.79 kN/m^2

C. Beban Gempa

Beban gempa dianalisis menggunakan metode dinamik ragam respon spektrum, dengan parameter yang dihitung mengacu pada ketentuan SNI 1726:2019.

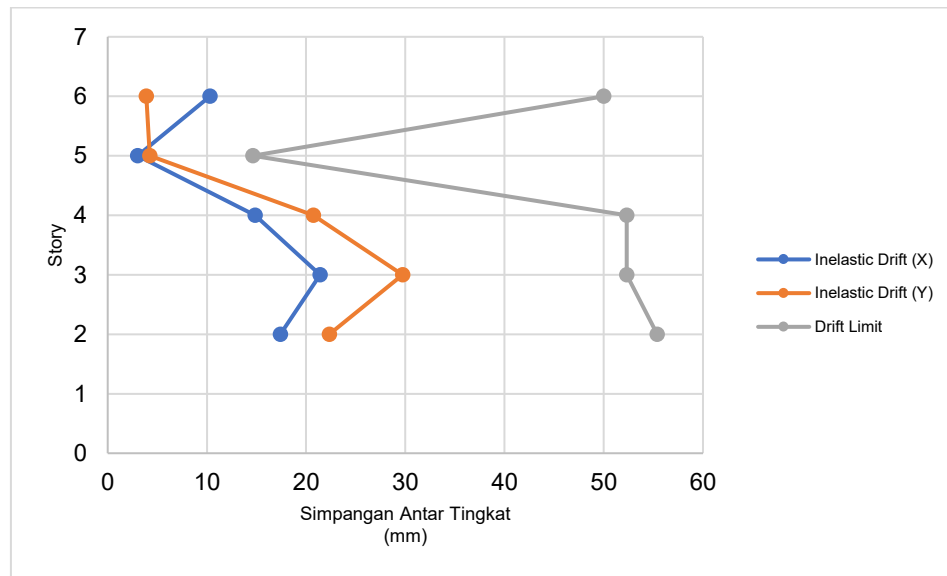
- S_s = 1.0489 g
- S_1 = 0.4704 g
- Faktor keutamaan gempa (I_e) = 1.0
- Kelas situs = SD (tanah sedang)
- S_{DS} = 0.7555 g
- S_{D1} = 0.5738 g
- Kategori desain seismik = D
- Sistem struktur = SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)

D. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban yang digunakan adalah kombinasi beban terfaktor dan beban layan atau *Load and Resistance Factor Design* (LRFD).

3.3. Kontrol Persyaratan Desain Seismik Struktur

A. Kontrol Simpangan Antar Tingkat



Gambar 3. Grafik Hubungan Simpangan Antar Tingkat dengan Story

Terjadi peningkatan simpangan antar tingkat pada arah-x dan arah-y, dengan selisih maksimum sebesar 0.30 mm dan 5.51 mm. Namun, simpangan masih dalam batas aman yang diperkenankan.

B. Kontrol Pengaruh P-delta

Tabel 1. Kontrol Pengaruh P-delta Arah-X

Story	Inelastic Drift	Story Forces		h	Koefisien Stabilitas	Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Kontrol
	ΔX	P	V_x					
	(mm)	(kN)	(kN)		θ_X			
6	10.31	106.43	64.33	3250	0.001	0.1	0.09	OK
5	3.01	1085.25	172.80	950	0.004	0.1	0.09	OK
4	14.84	2745.66	349.53	3400	0.006	0.1	0.09	OK
3	21.41	11668.46	683.61	3400	0.020	0.1	0.09	OK
2	17.40	20596.63	845.17	3600	0.021	0.1	0.09	OK

Tabel 2. Kontrol Pengaruh P-delta Arah-Y

Story	Inelastic Drift	Story Forces		h	Koefisien Stabilitas	Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Kontrol
	ΔX	P	V_x					
	(mm)	(kN)	(kN)		θ_X			
6	10.31	106.43	64.33	3250	0.001	0.1	0.09	OK
5	3.01	1085.25	172.80	950	0.004	0.1	0.09	OK
4	14.84	2745.66	349.53	3400	0.006	0.1	0.09	OK
3	21.41	11668.46	683.61	3400	0.020	0.1	0.09	OK
2	17.40	20596.63	845.17	3600	0.021	0.1	0.09	OK

C. Kontrol Ketidakberaturan Struktur

Tabel 3. Kontrol Ketidakberaturan

Lantai	Arah X		Arah Y	
	$\Delta_{\max}/\Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max}/\Delta_{\text{avg}}$	Cek
RB 2	1.097	OK	1.269	H.1a
RB 1	1.448	H.1b	1.342	H.1a
Dak	1.031	OK	1.113	OK
3	1.01	OK	1.035	OK
2	1.011	OK	1.04	OK

Berdasarkan hasil pemeriksaan:

- Arah X mengalami ketidakberaturan torsi 1.b di lantai ring balok 1, karena rasio (simpangan maksimum/simpangan rata-rata) $1.448 > 1,4$.
- Arah Y mengalami ketidakberaturan torsi 1.a di lantai ring balok 1 dan ring balok 2, dimana rasio (simpangan maksimum/simpangan rata-rata) melebihi 1.2 dan kurang dari 1.4.

Diterapkan konsekuensi ketidakberaturan sesuai persyaratan dalam pedoman perencanaan.

3.4. Perbandingan Gaya Dalam

Setelah konsekuensi dari ketidakberaturan struktur diterapkan sesuai pedoman perencanaan, gaya-gaya dalam dapat diperoleh.

Tabel 4. Perbandingan Gaya Dalam Kolom

Kolom	SW (kN)	Tanpa SW (kN)	Peningkatan (kN)
P	1106.62	1120.53	13.91
M	78.34	79.48	1.14
V	75.42	78.64	3.22

Tabel 5. Perbandingan Gaya Dalam Balok

Balok	SW (kN)	Tanpa SW (kN)	Peningkatan (kN)
M	154.16	161.55	7.39
V	135.91	136.38	0.47

3.5. Perencanaan Tulangan Elemen Struktur

Gaya-gaya dalam yang diperoleh dari hasil analisis struktur digunakan sebagai dasar untuk menghitung kebutuhan tulangan pada elemen pelat, balok, dan kolom.

A. Penulangan Pelat

Rekapitulasi penulangan pelat ditunjukkan pada Tabel 6.

B. Penulangan Balok

Tulangan longitudinal balok tetap menggunakan diameter 16 mm, tetapi tulangan sengkang mengalami peningkatan dari yang awalnya berdiameter 10 mm menjadi 13 mm.

C. Penulangan Kolom

Rekapitulasi penulangan kolom ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 6. Rekapitulasi Tulangan Pelat

Lantai	Area	Tebal Pelat	Tulangan Pakai	
			Lentur	Susut
		(mm)	mm ²	mm ²
Dak	Tumpuan	150	S13-100	S10-300
			S13-100	S10-300
	Lapangan		S13-100	S10-300
			S13-100	S10-300
Lantai 3	Tumpuan	130	S10-100	S10-300
			S10-100	S10-300
	Lapangan		S10-100	S10-300
			S10-100	S10-300
Lantai 2	Tumpuan	130	S10-100	S10-300
			S10-100	S10-300
	Lapangan		S10-100	S10-300
			S10-100	S10-300

Tabel 7. Rekapitulasi Tulangan Kolom

Lantai	Kolom	Tulangan Longitudinal	Tulangan Transversal	
			Tumpuan	Lapangan
RB 2	K1	12S16	4S10-50	2S10-95
	K2	8S16	2S10-50	2S10-95
RB 1	K1	12S16	4S10-50	2S10-95
	K2	8S16	2S10-50	2S10-95
Dak	K1	12S16	4S10-50	2S10-95
	K2	8S16	2S10-50	2S10-95
3	K1	12S16	4S10-50	2S10-95
	K2	8S16	2S10-50	2S10-95
2	K1	12S16	4S10-50	2S10-95
	K2	8S16	2S10-50	2S10-95

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Struktur tanpa dinding geser mengalami peningkatan simpangan antar tingkat pada arah-X sebesar 10.63% dan arah-Y sebesar 171.41% dibandingkan struktur dengan dinding geser. Meskipun demikian, nilai simpangan tersebut masih berada dalam batas yang diperkenankan menurut ketentuan yang berlaku. Selain itu, gaya dalam momen dan geser mengalami peningkatan sekitar 5%.
- Penghilangan dinding geser menurunkan efisiensi sistem penahan beban lateral dan meningkatkan tuntutan terhadap elemen struktur lainnya. Oleh karena itu, struktur bangunan di desain kembali secara menyeluruh dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Berikut hasil desain ulang:
 - Tetap mengalami ketidakberaturan struktur horizontal tipe 1.a dan 1.b.
 - Dimensi pelat, balok dan kolom tidak mengalami perubahan.
 - Masih memenuhi prinsip “*Strong Column–Weak Beam*”.
 - Penulangan pelat tidak mengalami perubahan.
 - Penulangan balok:
 - Tulangan longitudinal balok di tinjau per bentang guna mendapat hasil yang lebih efisien dalam pemasangannya.
 - Diameter tulangan transversal bertambah 18.75% dengan spasi yang mengikuti syarat SNI 2847:2019.
 - Penulangan kolom:

- Tulangan longitudinal kolom tidak mengalami perubahan.
- Untuk memenuhi syarat kekuatan kolom terhadap gaya geser ultimit, jarak tulangan transversal kolom di daerah tumpuan berkurang 50%, serta untuk memenuhi syarat spasi sengkang maksimum berdasarkan SNI 2847:2019, spasi tulangan di daerah lapangan berkurang 36.67%.

5. Saran

1. Bisa dilakukan analisis lebih lanjut untuk biaya dan efisiensi dalam menggunakan struktur tanpa dinding geser untuk mendapat hasil yang terbaik.
2. Bisa ditinjau waktu pelaksanaan dalam menggunakan dinding geser dan tanpa dinding geser.

Referensi

- American Concrete Institute. (2019). *ACI 318-19-Building Code Requirements for Structural Concrete*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- American Concrete Institute. (2018). *ACI SP-17M(14)-The Reinforced Concrete Design Handbook vol1*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- American Society of Civil Engineers. (2016). *ASCE-7-16-Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. Reston Virginia: American Society of Civil Engineers (ASCE).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726-2019- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727-2020-Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 2052-2017-Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847-2019-Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8460-2017-Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bawimbang, T. G., Handono, B. D., & Pandaleke, R. E. (2024). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Hotel Sembilan Lantai di Kota Tomohon*. TEKNO.
- Fuzairi, S. A., Sumajouw, M. D. J., & Pandaleke, R. E. (2023). *Perencanaan Ulang Struktur Bangunan Gedung Asrama 5 Lantai di Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara*. TEKNO.
- Koloy, B., Pandaleke, R. E., & Kumaat, E. J. (2023). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Arsip 4 Lantai*. TEKNO.
- Mailangkay, C. H. K., Windah, R. S., & Dapas, S. O. (2023). *Analisis dan Desain Balok Beton Bertulang Menggunakan Tabel Berdasarkan SNI 2847:2019*. TEKNO.
- Mamuaja, F. G. T., Windah, R. S., & Wallah, S. E. (2024). *Respon Dinamis Struktur Gedung 6 Lantai Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi Manado Akibat Beberapa Percepatan Gempa*. TEKNO.
- Manoppo, J. B. A., Sumajouw, M. D. J., & Handono, B. D. (2023). *Perencanaan Ulang Struktur Bangunan Gedung Kelas 5 Lantai di Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara*. TEKNO.
- Moehle, J. P., Ghodsi, T., Hooper, J. D., Fields, D. C., & Gedhada, R. (2011). *Seismic Design of Cast-in-Place Concrete Special Structural Walls and Coupling Beams A Guide for Practicing Engineers*. Los Angeles: National Institute of Standards and Technology.
- PuSGeN, Kementerian PUPR. 2021. *Spektrum Respons Desain Indonesia 2021*. Diakses pada 16 September 2021, dari <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>.
- Tampanguma, K. M., Windah, R. S., & Mondoringin, M. R. I. A. J. (2023). *Desain dan Analisa Struktur Kolom Beton Bertulang Gedung Bertingkat Berdasarkan SNI 2847-2019*. TEKNO.
- Tavio, & Wijaya, U. (2019). *Buku Panduan Desain Struktur Beton Bertulang Dasar*. Surabaya dan Jakarta: Deepublish.
- Turangan, A. P., Dapas, S. O., & Mondoringin, M. R. I. A. J. (2023). *Perencanaan Kembali Struktur Beton Bertulang Balai Kesehatan Ibu Dan Anak di Kota Manado*. TEKNO.
- Universitas Pembangunan Jaya. (2015). *Perancangan Struktur Beton Opencourseware Universitas Pembangunan Jaya*. <https://www.ocw.upj.ac.id/homes/mk/2/992/teknik-sipil/perancangan-struktur-beton.html>.
- Wantania, L. M. G., Pandaleke, R. E., & Handono, B. D. (2024). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Sekolah Empat Lantai di Kota Manado*. TEKNO.
- Wongkar, F. F. X., Windah, R. S., & Wallah, S. E. (2024). *Desain Shear Wall Pada Gedung Bertingkat*. TEKNO.