

ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA PEMBANGUNAN RUMAH HUNIAN 2 LANTAI

Syapril Janizar¹⁾, Muhammad Fauzan Ardillah²⁾, Frisca Andaresta³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Winaya Mukti

Email korespondensi : sjanizar@gmail.com

<p>Article history Received : diisi oleh editor Revised : diisi oleh editor Accepted : diisi oleh editor</p> <p>Kata Kunci: <i>struktur beton bertulang; rumah 2 lantai; ETABS; SNI; analisis struktur;</i></p> <p>Keywords: <i>reinforced concrete structure; two-story house; ETABS; SNI standards; structural analysis;</i></p>	<p>Abstrak</p> <p>Perencanaan struktur bangunan rumah tinggal dua lantai memerlukan perhatian khusus terhadap aspek kekuatan, kekakuan, dan keamanan struktur terhadap beban-beban kerja seperti beban mati, beban hidup, serta beban gempa. Struktur beton bertulang dipilih karena memiliki keandalan tinggi dalam menahan beban dan ketahanan terhadap api serta durabilitas yang baik. Dalam konteks rumah tinggal, efisiensi biaya dan kemudahan pelaksanaan juga menjadi pertimbangan penting dalam perencanaan elemen struktur seperti balok, kolom, plat lantai, dan pondasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis elemen struktur beton bertulang pada rumah dua lantai berdasarkan pembebanan sesuai SNI 1727:2020 dan perhitungan gaya gempa berdasarkan SNI 1726:2019. Dimensi awal elemen ditentukan berdasarkan perkiraan beban dan kemudian dikaji secara numerik untuk memperoleh penulangan yang memenuhi persyaratan kekuatan sesuai SNI 2847:2019. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa struktur rumah dua lantai dengan sistem beton bertulang dapat dirancang dengan aman dan efisien jika dilakukan perhitungan analitis yang terintegrasi dengan bantuan perangkat lunak analisis struktur. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis dalam merancang rumah tinggal bertingkat di wilayah rawan gempa, khususnya di Indonesia.</p> <p>Abstract</p> <p><i>The structural planning of a two-story residential building requires special attention to aspects of strength, stiffness, and structural safety against various working loads such as dead loads, live loads, and seismic forces. Reinforced concrete is selected due to its high reliability in bearing loads, fire resistance, and excellent durability. In the context of residential construction, cost efficiency and ease of execution are also crucial considerations in designing structural elements such as beams, columns, floor slabs, and foundations. This study aims to analyze the structural elements of a two-story reinforced concrete house based on loading conditions in accordance with SNI 1727:2020 and earthquake force calculations following SNI 1726:2019. The initial dimensions of the structural elements are determined based on estimated loads and then numerically assessed to obtain reinforcement details that comply with the strength requirements of SNI 2847:2019. The conclusion of this study is that a two-story reinforced concrete residential structure can be designed safely and efficiently if analytical calculations are integrated with structural analysis software. This study is expected to serve as a technical reference for designing multi-story residential buildings in earthquake-prone regions, particularly in Indonesia.</i></p> <p>© 20xx Some rights reserved</p>
--	--

PENDAHULUAN

Analisis struktur menjadi inti dalam perencanaan teknis. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah metode elemen hingga, yang mampu memodelkan distribusi tegangan dan lendutan pada elemen struktur secara menyeluruh. Dalam studi (Elvira, 2013), Kegagalan struktur pada rumah tinggal dapat dianalisis melalui pendekatan numerik, yang menekankan pentingnya ketelitian dalam tahap pemodelan awal serta keakuratan dalam menetapkan asumsi beban.

Dari sisi komponen, pemilihan elemen pracetak atau konvensional memiliki implikasi langsung terhadap biaya dan durasi pembangunan. Studi Andriawan & Tan (2021) menunjukkan bahwa meskipun struktur pracetak dapat mempercepat waktu pembangunan, biaya konstruksinya dapat meningkat hingga 28,21% dibanding beton bertulang konvensional. Oleh karena itu, analisis struktur tidak dapat dipisahkan dari evaluasi ekonomi dan efisiensi konstruksi.

Lebih lanjut, (Sani, 2020) melakukan analisis biaya terhadap pekerjaan struktur beton pada rumah tinggal tipe 90/72. Hasilnya mengungkapkan bahwa variasi metode perhitungan seperti AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan) secara signifikan memengaruhi efisiensi pelaksanaan proyek. Maka, integrasi antara aspek teknis dan finansial menjadi sangat penting dalam desain struktur.

Dari sisi desain elemen struktur, dimensi dan penulangan kolom sangat mempengaruhi kekakuan dan kapasitas struktur secara keseluruhan. Penelitian oleh Firmansyah, Feriska, & Khamid (2024) menggarisbawahi bahwa variasi dimensi dan rasio tulangan dapat memengaruhi kekuatan dan deformasi struktur, khususnya pada kondisi beban gempa. Kajian lain menunjukkan bahwa penggunaan sistem struktur open frame pada rumah tinggal juga dapat menghasilkan stabilitas dan efisiensi distribusi beban secara optimal Liucius et al., (2024).

Referensi

1. Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan kombinasi antara beton sebagai material tekan dan baja tulangan sebagai material tarik, yang bersinergi untuk

menahan beban-beban struktural pada bangunan. Beton bertulang digunakan secara luas pada elemen struktural seperti balok, kolom, dan plat karena sifatnya yang tahan lama dan ekonomis. Penelitian oleh (Zebua et al., 2019) menekankan pentingnya desain struktur beton bertulang yang tepat dalam pembangunan rumah tinggal bertingkat agar dapat menahan gaya-gaya dalam yang timbul dari beban gravitasi maupun lateral, termasuk beban gempa.

Beton bertulang merupakan komposit antara beton dan baja tulangan yang bekerja sama memikul beban lentur dan aksial (Wibowo & Zebua, 2021).

2. Beban Struktural

Beban struktural dalam konteks rumah tinggal terdiri atas beban mati (berasal dari berat sendiri bangunan), beban hidup (penghuni, perabot), dan beban gempa (beban lateral akibat aktivitas seismik). Beban-beban ini dihitung berdasarkan peraturan teknis seperti SNI untuk beban gravitasi dan SNI 1726:2019 untuk beban gempa. Studi oleh (Rahman et al., 2022) menekankan bahwa kesalahan dalam estimasi beban hidup dan beban gempa dapat menyebabkan under-design atau over-design, yang berdampak langsung pada keamanan dan efisiensi struktur.

Mengacu pada:

SNI 1727:2020 untuk beban gravitasi (mati dan hidup)

SNI 1726:2019 untuk beban gempa

Metode analisis: Statik ekuivalen karena jumlah lantai < 3 m dan tinggi < 40 m

3. Perangkat Lunak ETABS

ETABS adalah perangkat lunak analisis dan desain struktur bangunan yang mendukung pemodelan elemen beton bertulang secara tiga dimensi. Dengan kemampuannya untuk menganalisis gaya dalam, deformasi, dan gaya lateral akibat gempa, ETABS menjadi alat penting dalam perencanaan struktur rumah dua lantai. Pramudwitya & Wahab (2025) menunjukkan bahwa ETABS mempermudah pemodelan struktur rumah tinggal ramah lingkungan dan memberikan kemampuan untuk mengevaluasi berbagai alternatif desain secara efisien.

Penelitian oleh Destian (2024) menunjukkan bahwa pemanfaatan ETABS mampu

meningkatkan efisiensi dalam proses desain sekaligus memberikan hasil analisis yang lebih presisi dibandingkan metode manual konvensional.

Metode

Metode analisis struktur dalam studi ini menggunakan pendekatan numerik berbasis metode Elemen Hingga Linier (Linear Finite Element Method) untuk memodelkan perilaku struktur secara global. Model struktur rumah dua lantai dibentuk secara 3D dengan simulasi beban mati, beban hidup, dan beban lateral (angin/gempa) sesuai SNI 1726:2019. Sebagaimana diterapkan oleh (Elvira, 2013), pendekatan ini memungkinkan visualisasi dan analisis distribusi gaya dalam pada balok, kolom, serta pelat secara terukur.

1. Data Bangunan

Lokasi : Bandung (zona gempa sedang)

Tipe bangunan : Rumah tinggal

Jumlah lantai : 2

Tinggi tiap lantai : 3 m

Sistem struktur : Rangka pemikul momen

Material beton : $f'c = 25$ MPa

Baja tulangan : $f_y = 420$ MPa

2. Beban Rencana

Beban mati (DL) : pelat, dinding, finishing, atap (~5.0 kN/m²)

Beban hidup (LL) : 2.0 kN/m²

Beban Gempa : Menggunakan respons spektrum SNI

3. Langkah-langkah Pemodelan ETABS

- a. Definisikan material dan section (balok, kolom, pelat)
- b. Input geometri struktur: grid, lantai, elemen struktural
- c. Assign beban dan kombinasi beban (load combinations)
- d. Jalankan analisis
- e. Evaluasi gaya dalam: momen, geser, aksial
- f. Desain penulangan berdasarkan hasil output

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gaya Dalam Struktur

Menurut Baru, & Lope (2024), gaya-gaya dalam pada struktur bangunan dua lantai muncul

sebagai hasil dari kombinasi beban mati (self weight), beban hidup (penghuni, perabot), serta beban lateral seperti gempa. Analisis gaya dalam menjadi penting karena akan menentukan dimensi penampang dan jumlah tulangan pada masing-masing elemen struktur. Studi oleh (Nggaba, Simatupang, & Rizal, 2021) menunjukkan bahwa elemen seperti balok mengalami gaya momen dan geser signifikan akibat beban gravitasi dari lantai atas dan atap. Sedangkan kolom menanggung kombinasi gaya aksial dan momen akibat eksentrisitas beban.

Hasil analisis ETABS menunjukkan:

Tabel 1. Preliminary Design Struktur Atas

Type	Notasi	Section/Profil (mm)
Kolom	K1	150 X 150
Balok	B1	300 X 150
Plat	P1	200

Sumber: Hasil Analisa

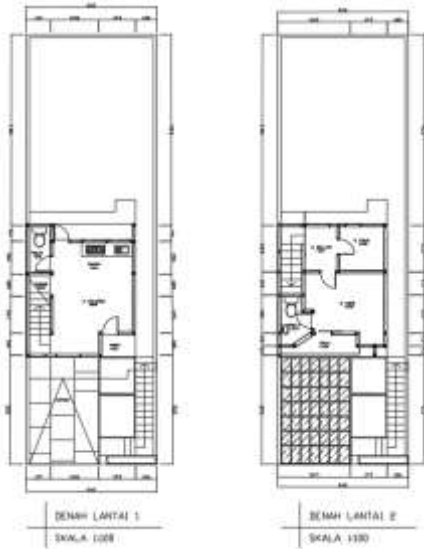
2. Pemodelan Struktur

Menurut penelitian oleh Pramudwitya & Wahab (2025), pemodelan struktur dengan ETABS mempermudah visualisasi dan pengendalian desain rumah ramah lingkungan dua lantai berbasis beton bertulang. Mereka menekankan bahwa fitur analisis gaya lateral akibat gempa dalam ETABS sangat berguna untuk perencanaan struktur di daerah rawan seismik. Penelitian lain oleh Simatupang dkk. (2021) juga menunjukkan bahwa pemodelan struktur dua lantai pada ETABS harus memperhatikan perbedaan deformasi antar lantai dan pengaruh beban lateral secara akurat. Mereka melakukan studi perbandingan antara model struktur yang dilengkapi dengan base isolator dan tanpa isolator.

Hasibuan & Ma'arif (2022) dalam penelitiannya menyarankan bahwa optimasi peletakan shear wall atau dinding geser juga harus dipertimbangkan dalam pemodelan ETABS, khususnya jika struktur didesain untuk menghadapi gaya lateral signifikan.

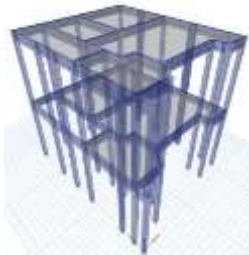
Pemodelan struktur dilakukan dengan bantuan program analisa struktur pada software, terlihat pada gambar di bawah ini pada tahap ini dilakukan pembuatan model bangunan yang terdiri dari kolom, balok, dan pelat.

Gambar 1 Denah Rumah Hunian



Sumber : Hasil Analisa

Gambar 2 Pemodelan Struktur Bangunan Rumah Hunian



Sumber: Hasil Analisa ETABS

3. Analisis Struktur Bangunan Gedung Menurut SNI 1726:2019, identifikasi ragam getar alami struktur dilakukan melalui analisis spektrum respons ragam. Untuk memastikan massa partisipasi terkombinasi mencapai 100% dari total massa struktur, analisis harus mencakup jumlah ragam yang memadai. Salah satu pendekatannya adalah memasukkan semua ragam dengan periode di bawah 0,05 detik sebagai representasi dari gerakan satu badan kaku (single rigid body) dengan periode yang sama. Sebagai alternatif, analisis dapat dilakukan dengan memasukkan jumlah ragam minimum yang diperlukan untuk mencapai paling sedikit 90% massa partisipasi pada masing-masing arah horizontal orthogonal yang dianalisis dalam model struktur.

Tabel 1 Modal Load Participations Ratio Bangunan

case	ItemType	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	100	100

Modal	Acceleration	UY	100	100
Modal	Acceleration	UZ	0	0

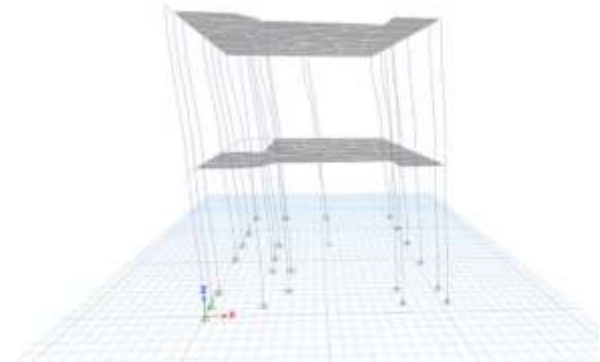
Sumber : Hasil Analisa

Tabel 2 Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	UZ	RotX	RotY	RotZ	MassX	MassY	MassZ
Modal	1	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	2	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	3	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	4	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	5	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	6	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	7	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	8	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	9	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	10	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	11	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	12	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	13	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	14	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

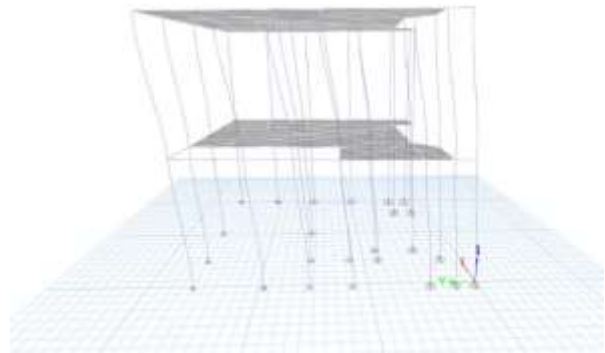
Sumber : Hasil Analisa

Gambar 3 Translasi Arah X



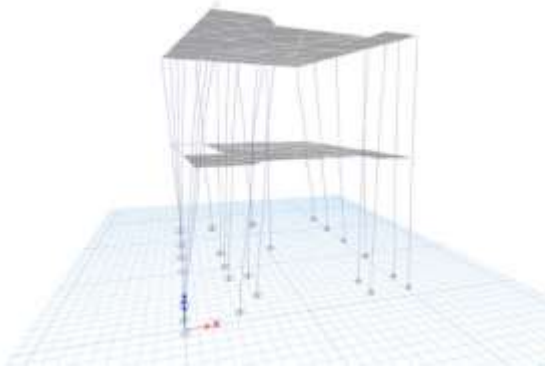
Sumber: Hasil Analisa

Gambar 4 Translasi Arah Y



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 5 Rotasi Arah Z



Sumber: Hasil Analisa

4. Waktu Getar Alami Struktur (T1)

Waktu getar alami struktur diperoleh dari hasil analisis modal menggunakan perangkat lunak ETABS dengan mempertimbangkan kondisi penampang retak. Nilai waktu getar alami fundamental (T1) yang dihasilkan tidak boleh melebihi batas maksimum (Tmax) sebagaimana ditetapkan dalam pasal 7.8.2 SNI 1726:2019.

- Ct : 0,0466
- x : 0,9
- hn : 6 m
- Tmin : 0,2337 detik
- SD1 : 0,59
- Cu : 1,4
- Tmax : 0,327 detik

Dan dari penentuan batas-batas periode diatas, ditentukan periode arah x dan arah y sebagai berikut

- Tmin : 0,2337 detik
- Tmax : 0,327 detik
- T : 0,327 detik

5. Berat Seismik Efektif (W)

Koefisien Respons Seismik
 $C_s = SDS / (R/I_e) = 0.0982$

Batas Atas
 $C_{s,max} = SD1 / [T * (R/I_e)] = 0.2268$
 $C_{s,max,X} = 0.2268$
 $C_{s,max,Y} = 0.2268$

Batas Bawah
 $C_{s,min,1} = 0.044 SDS I_e \geq 0.01 = 0.0346$

Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)
 $C_{s,min,2} = 0.5 S1 / (R/I_e) = 0.0308$

Koefisien Respons Seismik Pakai
 $C_{s,pakai,X} = 0.0982$
 $C_{s,pakai,Y} = S0.0982$

Berat Seismik Efektif

W = 15050 kN

6. Evaluasi Faktor Skala Respons Spektrum

Gaya Geser Statik (Manual)

$V = C_s * W$
 $V_X = 1478.43 \text{ kN}$
 $V_Y = 1478.43 \text{ kN}$

Gaya Geser Statik (ETABS)

$V_X = -1265.249 \text{ kN}$
 (hanya untuk pembanding)
 $V_Y = -1265.249 \text{ kN}$

Faktor Skala Awal

$SF = g / (R / I)$
 $= 1.226 \text{ m/s}^2$
 $= 1225.83 \text{ mm/s}^2$

Gaya Geser Respon Spektra Unscaled

$V_{i,X} = 93.129 \text{ kN}$
 $V_{i,Y} = 31.1394 \text{ kN}$

Penskalaan Gaya Gempa

$f_X = 15.875$
 $f_Y = 47.478$

Faktor Skala Baru

$S_{FX} = 19460.15 \text{ mm/s}^2$
 $S_{FY} = 58199.72 \text{ mm/s}^2$

7. Simpangan Antar Lantai

Tabel 3 Simpangan Antar Lantai

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Check
	δe_x	δe_y	δe_x	δe_y		A_x	A_y		
	(m/m)	(m/m)	(m/m)	(m/m)		(m/m)	(m/m)		
2	15.897	11.563	7.657	6.174	3000	42.114	33.957	46.154	OK
1	8.24	5.389	8.240	5.389	3000	45.320	29.640	46.154	OK

Sumber : Hasil Analisa

8. Analisa P-Delta

Tabel 4 Analisa P-Delta

Story	Inelastic Drift		Story Forces			h	Koefisien Stabilitas		Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Check
	A_x	A_y	P	V_x	V_y		θ_X	θ_Y			
	(m/m)	(m/m)	(kN)	(kN)	(kN)						
2	4.211	3.915	19.749	68.329	23.979	3000	0.007	0.018	0.1	0.099	OK

1	4 5. 3	2 9. 6	17 .9 27	51 .8 91	17 .9 31	3 0 0	0. 00 09	0. 00 18	0.1	0.0 90 9	O K
---	--------------	--------------	----------------	----------------	----------------	-------------	----------------	----------------	-----	----------------	--------

Sumber : Hasil Analisa

KESIMPULAN

Analisis struktur beton bertulang menggunakan ETABS untuk rumah 2 lantai menunjukkan hasil yang aman dan efisien. Dimensi struktur serta tulangan sesuai standar. ETABS sangat membantu mempercepat proses analisis dan memberikan visualisasi beban serta deformasi struktur secara real-time.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Winaya Mukti atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh mitra pengabdian, baik dari unsur pemerintah setempat, lembaga masyarakat, maupun warga yang telah berpartisipasi aktif, memberikan dukungan, serta bekerja sama dengan baik sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan lancar dan memberikan manfaat yang nyata.

DAFTAR PUSTAKA

Andriawan, A., & Tan, W. (2021). Analisis Perbandingan Beton Pracetak Prategang Dengan Beton Konvensional Ditinjau Dari Aspek Biaya Dan Waktu (Studi Kasus: Rumah Tinggal 2 Lantai Perumahan Permata River View). *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(1), 190. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5156>

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

Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Sni 2847-2019, (8), 720.

Cetak, I. V., Struktur, P., Tinggal, R., & Lantai, T. (2024). struktur rumah 2 lantai, 7(3), 573–579.

Destian, R. . (2024). Kajian Alternatif Material Baja Sebagai Pengganti Material Beton Pada Struktur, 222–227.

Elvira, Y. A. P. L. (2013). Analisis Kegagalan Struktur Bangunan Rumah Tinggal Dengan Metode Elemen Hingga Linier. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), 161–172. Retrieved from [https://e-journal.uajy.ac.id/4907/1/ANALISIS KEGAGALAN STRUKTUR BANGUNAN RUMAH TINGGAL DENGAN METODE ELEMEN HINGGA LINIER.pdf](https://e-journal.uajy.ac.id/4907/1/ANALISIS%20KEGAGALAN%20STRUKTUR%20BANGUNAN%20RUMAH%20TINGGAL%20DENGAN%20METODE%20ELEMEN%20HINGGA%20LINIER.pdf).

Firmansyah, A., Feriska, Y., & Khamid, A. (2024). Analisis Variasi Dimensi dan Penulangan Kolom terhadap Pembebanan Struktur Beton Bertulang. *Era Sains: Journal of Science, Engineering and Information Systems Research*, 2(3), 15–24.

Nggaba, D. N., Simatupang, P. H., & Rizal, A. H. (2021). Base Shear Struktur Beton Bertulang Yang Menggunakan Base Isolator Akibat Beban Gempa Dengan Menggunakan Etabs. *JURNAL FORUM TEKNIK SIPIL (J-ForTekS)*, 1(1), 13–23. <https://doi.org/10.35508/forteks.v1i1.4068>.

Rahman, S. A., Hasibuan, S., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Area, U. M., ... Yogyakarta, U. N. (2022). Optimasi letak shear wall pada struktur gedung, 5(4), 819–830.

Review, C. S. (2025). Vol. 4 No.2 Februari 2025 <http://jurnal.ensiklopediaku.org> Ensiklopedia Research and Community Service Review, 4(2), 1–11.

Sani, A. A. (2020). Cost Analysis of Concrete Structure Work Using AHSP Method (Case Study: Residential House Type 90/72). *Purwarupa Architect's Journal*, 04(1985), 39–46.

Sistem, D., & Standar, P. (2020). Penerapan Standar Nasional Indonesia, (8).

Teknis, P., Biaya, D. A. N., Bersiyal, S., Baru, J., & Lope, S. (2024). *Jurnal rekayasa*, 02(11).

Wibowo, L. S. B., & Zebua, D. (2021). Analisis Pengaruh Lokasi Dinding Geser Terhadap Pergeseran Lateral Bangunan Bertingkat Beton Bertulang 5 Lantai. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 4(1), 16–20.
<https://doi.org/10.25139/jprs.v4i1.3490>

Zebua, D., Waruwu, E., Lase, D., Yanita, R., Fajar, J., & Giawa, K. (2019). SESUAI ATC-40 PERFORMANCE ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE BUILDING STRUCTURES ACCORDING TO ATC-40 dari desain berbasis kinerja yang digunakan nonlinier di mana dampak gempa rencana mengetahui kinerja Sturktur Gedung Beton Penelitian ini dilakukan pada Ged, 12(3), 1–7.