

Kajian Struktur Bangunan Atas Gedung Perkuliahan di Jambi

Ibnu Abi Hurairah*, Suhendra, Ria Zulfiati

Universitas Batanghari Jambi

Jl. Slamet Riyadi Broni Jambi. 36122. Telp. 0741-60673

*Corresponding author: Ibnuabihurairahst@gmail.com

ABSTRAK.

Perkembangan infrastruktur di Indonesia menuntut gedung bertingkat tinggi memiliki ketahanan terhadap beban gempa untuk menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji struktur atas (*upper structure*) pada Gedung Perkuliahan yang meliputi perencanaan balok, kolom dan pelat beton bertulang. Analisis dilakukan dengan pedoman SNI 1727:2020 untuk pembebanan, SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa, dan SNI 2847:2019 untuk persyaratan beton struktural. Metode penelitian menggunakan pemodelan 3D melalui *software* ETABS 2018 untuk menghitung gaya-gaya dalam dan simpangan antar lantai. Hasil analisis menunjukkan bahwa partisipasi massa ragam terkombinasi mencapai 99%, terdapat ketidakberaturan horizontal dan vertikal yang telah diakomodir dengan kategori desain seismik D.

Kata Kunci : Struktur Atas, ETABS 2018, Beton Bertulang, Beban Gempa, SNI 1726:2019.

ABSTRACT

The development of infrastructure in Indonesia requires high-rise buildings to be earthquake resistant to ensure the safety and comfort of users. This study aims to examine the upper structure of the Lecture Building which includes the design of reinforced concrete beams, columns and slabs. The analysis was conducted with the guidelines of SNI 1727:2020 for loading, SNI 1726:2019 for earthquake resistance, and SNI 2847:2019 for structural concrete requirements. The research method uses 3D modeling through ETABS 2018 software to calculate internal forces and inter-story drifts. The results of the analysis show that the combined variance mass participation reaches 99%, there are horizontal and vertical irregularities that have been accommodated with the seismic design category D.

Keywords : Upper Structure, ETABS 2018, Reinforced Concrete, Seismic Load, SNI 1726:2019.

PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya infrastruktur di Indonesia, sudah seharusnya gedung bertingkat tinggi memiliki ketahanan terhadap beban gempa. Hal ini tentu sangat mempengaruhi keamanan dan nyaman dalam penggunaan gedung yang direncanakan. Dalam lingkungan sekitar, sangat banyak bangunan bertingkat yang memiliki berbagai macam dimensi yang terdiri dari pondasi, balok, kolom dan lainnya. Dimana hal tersebut merupakan salah satu elemen penting dalam struktur bangunan.

Oleh karena itu, penulis melakukan kajian pada struktur atas bangunan, baik itu dimensi, pembebanan dan gaya-gaya yang bekerja pada struktur bangunan. Selain itu, penulis juga menganalisa beban gempa pada bangunan yang ditinjau, hal ini guna untuk meminimalisir terjadinya keruntuhan struktur yang diakibatkan oleh gempa bumi.

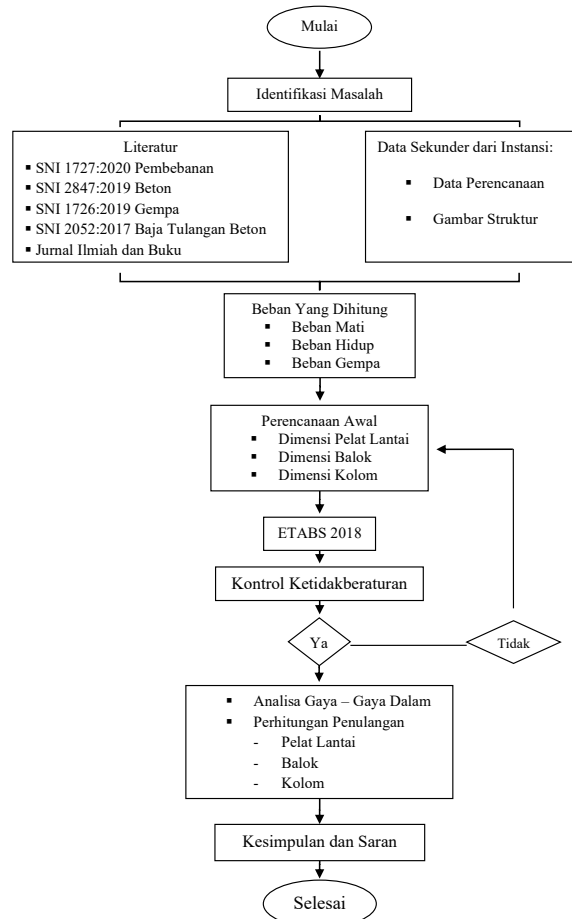
Struktur bangunan sendiri terdiri atas dua jenis, yakni struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*). Struktur bawah merupakan bagian-bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah, contohnya seperti pondasi, sloof dan lain-lain. Sedangkan struktur atas merupakan yang berfungsi sebagai penopang atap dan berbentuk vertikal. Contoh struktur ini adalah balok, kolom, pelat lantai serta rangka kuda-kuda. Pada penelitian yang dilakukan ini, penulis meneliti gedung bertingkat yang berfungsi sebagai gedung perkuliahan. Penulis meneliti struktur atas gedung tersebut, hal ini dikarenakan struktur atas merupakan bagian yang cukup rawan ketika terjadi gempa bumi. Untuk memudahkan penulis dalam melakukan perhitungan, penulis menggunakan bantuan *software* ETABS 2018 dan *Microsoft Excel*.

METODE

Data penelitian yang digunakan merupakan data sekunder. Data sekunder dapat diperoleh melalui instansi terkait, buku, jurnal ilmiah maupun hasil penelitian terdahulu.

Tahapan Penelitian

Berikut tahapan penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir



Gambar 1. Bagan alir penelitian

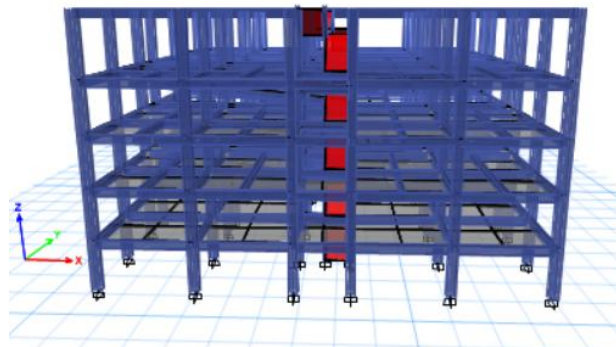
Struktur bangunan yang diteliti adalah gedung bertingkat 5, yang berfungsi sebagai fasilitas pendidikan pada salah satu perguruan tinggi di Provinsi Jambi.

Tabel 1. Data Struktur dan kriteria perencanaan

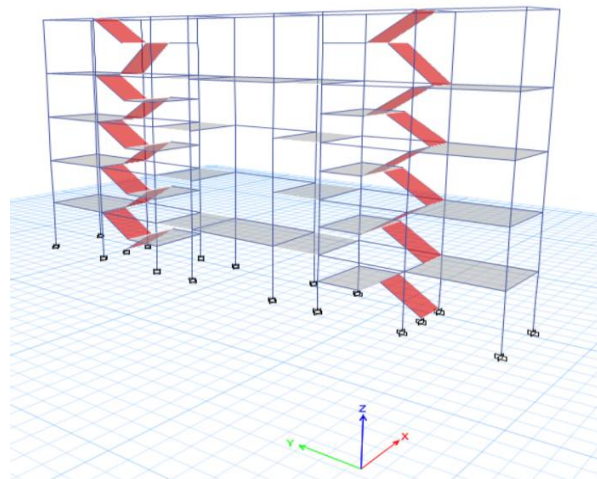
Nama Bangunan	Pembangunan Gedung Perkuliahan
Fungsi	Fasilitas Pendidikan
Jumlah Lantai	4
Tinggi Lt. 1 s/d Lt 3	3,8 m
Tinggi Lt 4	4,5 m
Lebar Bangunan	38 m
Panjang Bangunan	38 m
Tinggi Bangunan	15,9 m
Mutu Material	BJTS f_y : 420 MPa BJTP f_y : 280 MPa Beton f_c' : 30 MPa
Struktur Bangunan	Beton Bertulang
Site class	SE (Tanah lunak)
Kategori Desain Seismik	D
Rangka Pemikul Momen	SRPMK

Sumber : Data Olahan, 2021

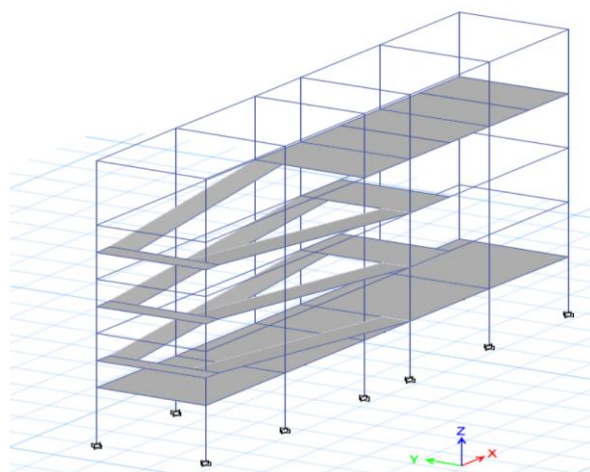
Berikut merupakan pemodelan struktur bangunan yang akan direncanakan. Gambar di bawah merupakan pemodelan struktur bangunan.



Gambar 2 Pemodelan 3D Struktur Bangunan
Sumber : Gambar Rencana, 2021



Gambar 3. Pemodelan Tangga
Sumber : Gambar Rencana, 2021



Gambar 4. Pemodelan Ramp
Sumber : Gambar Rencana, 2021

Pembebanan Struktur

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer. Berikut adalah data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi beban lateral seperti beban gempa, beban hidup struktur dan beban mati struktur.

a. Beban Hidup

Berdasarkan SNI 1727:2020 tabel 4-3.1 beban hidup struktur yang digunakan sebagai fasilitas pendidikan yaitu 3,83 kN/m² dan beban hidup atap yaitu 0,96 kN/m².

b. Beban Mati

Keramik : 0,24 kN/m²

Spesi : 0,21 kN/m²

Pasir : 16 kN/m²

Instalasi MEP : 0,25 kN/m²

Plafond + Rangka : 0,18 kN/m²

Kombinasi Beban

Kombinasi pembebanan yang dihitung adalah sebagaimana ditampilkan pada table berikut.

Tabel 2. Kombinasi Beban

No	Kombinasi Beban	No	Kombinasi Beban
1	1,4D	11	1,3D - 0,4Ex - 1,3Ey + 1L
2	1,2D + 1,6L + 0,5Lr	12	0,8D + 1,3Ex + 0,4Ey
3	1,2D + 1,6Lr + 1L	13	0,8D - 1,3Ex + 0,4Ey
4	1,3D + 1,3Ex + 0,4Ey + 1L	14	0,8D + 1,3Ex - 0,4Ey
5	1,3D - 1,3Ex + 0,4Ey + 1L	15	0,8D - 1,3Ex - 0,4Ey
6	1,3D + 1,3Ex - 0,4Ey + 1L	16	0,8D + 0,4Ex + 1,3Ey
7	1,3D - 1,3Ex - 0,4Ey + 1L	17	0,8D - 0,4Ex + 1,3Ey
8	1,3D + 0,4Ex + 1,3Ey + 1L	18	0,8D + 0,4Ex - 1,3Ey
9	1,3D - 0,4Ex + 1,3Ey + 1L	19	0,8D - 0,4Ex - 1,3Ey
10	1,3D + 0,4Ex - 1,3Ey + 1L		

HASIL

Perhitungan Berat Struktur

Beban yang diperhitungkan meliputi beban gravitasi dan beban lateral. Berdasarkan hasil perhitungan manual yang dibandingkan dengan ETABS, didapatkan selisih total 4,686%. Hal ini dapat dilihat dari persentase perbandingan tiap beban di bawah 5%.

Tabel 3 Pemeriksaan Pembebanan

Beban	Perhitungan Etabs (Kn)	Perhitungan Manual (Kn)	Selisih	
			(kN)	%
Beban Mati (Dead)	28,055,598	26,253,853	1,801,745	0,069
Beban Mati Tambahan	14,530,071	13,848,237	681,834	4,924
Beban Hidup (Live)	13,443,300	13,322,655	120,645	0,906
Beban Hidup Atap (Roof Live)	2,154,480	2,154,496	-0,016	-0,001
Jumlah	58,183,448	55,579,241	2,604,207	4,686

Hasil Analisis MPMR (*Modal Participation Mass Ratio*) ditunjukkan pada table berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil MPMR

Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0,81	2,27E-06	0,5739	2,27E-06	0,5739
Modal	2	0,8	7,51E-06	0,2334	9,78E-06	0,8073
Modal	3	0,667	0,8213	0	0,8213	0,8073
Modal	4	0,245	5,90E-06	0,0601	0,8213	0,8674

Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	5	0,239	6,00E-06	0,0565	0,8213	0,924
Modal	6	0,216	0,11	5,28E-07	0,9313	0,924
.
Modal	38	0,051	1,3E-06	3E-05	0,9985	0,9988
Modal	39	0,047	9,8E-07	0,0001	0,9985	0,9989
Modal	40	0,046	0	0	0,9985	0,9989

Sumber : data penelitian, 2021

Partisipasi massa ragam terkombinasi dari semua model telah mencapai 99%, hal ini telah memenuhi ketentuan analisa ragam sesuai dengan SNI 1726:2019. Masing-masing model mencapai ragam tekombinasi pada modal yang berbeda-beda. Pada masing-masing model menggunakan jumlah modal yang sama yaitu 40 modal *cases*.

Faktor Skala

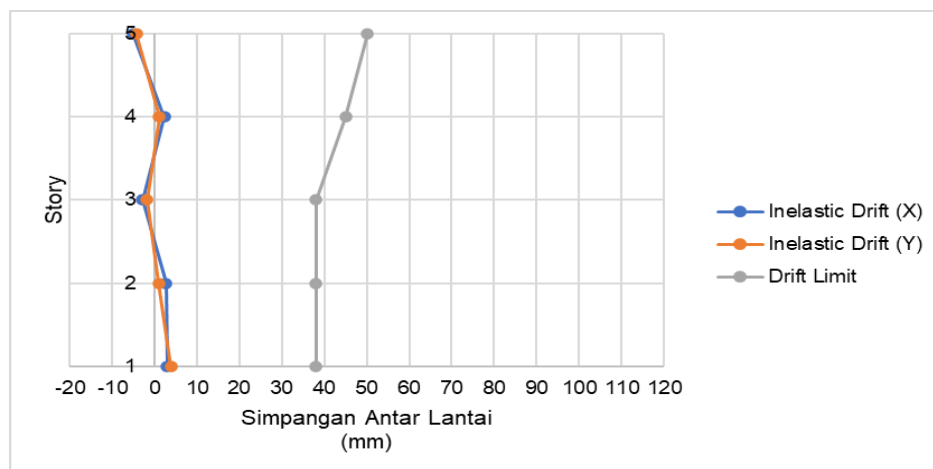
Seluruh hasil analisis gaya geser pada masing-masing model sudah memenuhi nilai gaya geser minimum yang disyaratkan SNI 1726:2019 yaitu sebesar 100% pada masing-masing arah.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Faktor Skala

Story	W	Cs	Vi		V		Vi/V		Cek
			Arah X	Arah Y			Arah X	Arah Y	
lantai 1	41783,5	0,099	4152,236	4152,236	4152,235	4152,235	1,00	1,00	OKE
lantai 2	41783,5	0,099	4152,236	4152,236	4152,235	4152,235	1,00	1,00	OKE
lantai 3	41783,5	0,099	4152,236	4152,236	4152,235	4152,235	1,00	1,00	OKE
lantai 4	41783,5	0,099	4152,236	4152,236	4152,235	4152,235	1,00	1,00	OKE
lantai 5	41783,5	0,099	4152,236	4152,236	4152,235	4152,235	1,00	1,00	OKE

Tabel 6. Hasil Drift Struktur

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
5	0	0	-1,381	-1,182	5020	-5,064	-4,334	50,200	OK
4	1,381	1,182	0,624	0,312	4500	2,288	1,144	45,000	OK
3	0,757	0,87	-0,772	-0,489	3800	-2,831	-1,793	38,000	OK
2	1,529	1,359	0,725	0,288	3800	2,658	1,056	38,000	OK
1	0,804	1,071	0,804	1,071	3800	2,948	3,927	38,000	OK



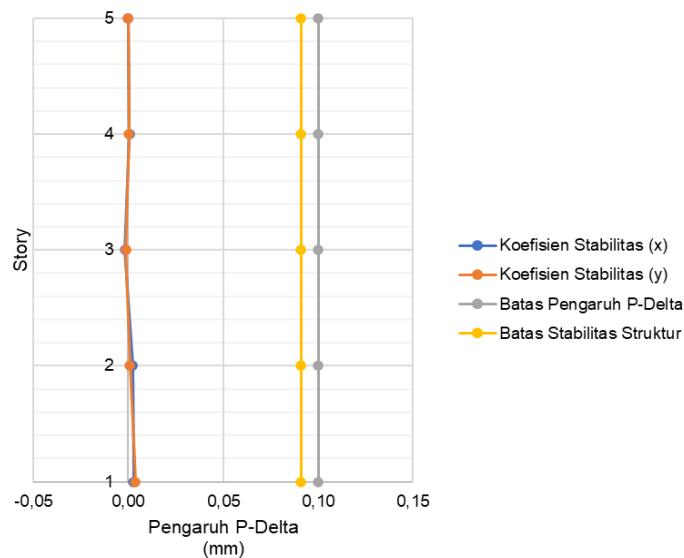
Gambar 5. Grafik Hasil drift pada Struktur

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, hasil perhitungan simpangan antar lantai tidak melebihi batas simpangan yang diizinkan. Maka, struktur bangunan ini aman.

Pengaruh P Delta

Tabel 8. Pengaruh P-Delta

Story	Inelastic Drift		Story Forces			h (mm)	Koefisien Stabilitas		Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Cek
	Δ_x	Δ_y	P	V_x	V_y		θ_X	θ_Y			
	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)						
5	-5,06	-4,33	1665,7811	2632,762	2727,001	5020	0,0002	0,0001	0,1	0,0909	OK
4	2,28	1,14	15114,289	3032,093	2808,097	4500	0,0007	0,0004	0,1	0,0909	OK
3	-2,83	-1,79	27868,762	3300,784	2904,825	3800	0,0017	0,0012	0,1	0,0909	OK
2	2,65	1,05	40433,331	3336,924	3130,198	3800	0,0023	0,0010	0,1	0,0909	OK
1	2,94	3,92	54227,673	4111,72	4100,434	3800	0,0028	0,0037	0,1	0,0909	OK



Gambar 6. Grafik Pengaruh P-Delta pada Struktur

Dari hasil perhitungan P-Delta di atas, telah didapatkan grafik yang dapat bahwa θ pada struktur bangunan tidak melebihi θ_{max} . Maka dapat disimpulkan P-Delta tidak perlu diperhitungkan dikarenakan struktur bangunan gedung tersebut masih aman dan stabil.

Ketidakberaturan Horizontal

a. Ketidakberaturan Torsi

Tabel 9. Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Arah X		Arah Y	
	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Cek	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Cek
5	1,264	H.1a	1,234	H.1a
4	1,121	OK	1,051	OK
3	1,066	OK	1,042	OK
2	1,074	OK	1,053	OK
1	1,031	OK	1,031	OK

Berdasarkan hasil perhitungan ketidakberaturan torsi di atas. Dapat disimpulkan bahwa, struktur bangunan gedung tersebut tidak memiliki ketidakberaturan torsi.

b. Ketidakberaturan Sudut Dalam

Tabel 10. Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Sudut Dalam

Lx	32	m
Px	7	m
Ly	32	m
Py	3	m
Lx/Px	1,0000	
Ly/Py	0,4286	
Cek	H.2	

Ketidakberaturan sudut dalam ini ada apabila, dimensi denah stuktur dari lokasi sudut dalam > 15% dimensi denah struktur dalam. Hasil dari perhitungan ketidakberaturan sudut dalam yang telah diteliti.

Ketidakberaturan Vertikal

a. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Tabel 11. Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan kN/m	Cek	Kekakuan kN/m	Cek
5	646608,413		2781,5366	
4	2106860,092	OK	2811,0042	OK
3	1664340,982	OK	2907,5404	OK
2	2632966,85	OK	3037,9689	OK
1	2272640,191	OK	4126,5402	OK

Dapat dilihat dari tabel perhitungan di atas, disimpulkan bahwa pada struktur bangunan ini tidak memiliki ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak.

b. Ketidakberaturan Berat (Massa)

Tabel 12. Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Berat (Massa)

Lantai	Massa kg	Cek
5	287657,66	OK
4	1033325,98	V.2
3	987339,05	OK
2	963120,79	OK
1	985355,83	V.2

Diatas merupakan tabel pengecekan ketidakberaturan berat (massa) dan dapat dilihat pada lantai 4 dan lantai 1 terdapat ketidakberaturan vertikal tipe 2 atau ketidakberaturan berat (massa). Maka dapat disimpulkan, pada struktur bangunan ini memiliki ketidakberaturan berat (massa).

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat dirangkum berdasarkan hasil analisa perencanaan sebagai berikut

1. Pada perhitungan beban struktur yang dilakukan secara manual dan menggunakan *ETABS* hasilnya tidak jauh berbeda, dapat dilihat pada persentase perbandingannya tidak melebihi 5%.
2. Simpangan antar lantai (*drift*) dan P-Delta tidak melebihi batas limit yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, struktur bangunan terbilang kaku dan aman.
3. Berdasarkan hasil analisis MPMR yang dilakukan, dengan jumlah ragam didapatkan pada arah X dan Y telah mencapai 99% dan arah pergerakan pada mode 1 yaitu translasi.
4. Pada gedung struktur yang diteliti terdapat ketidakberaturan horizontal dan ketidakberaturan vertikal yang telah sesuai dengan penerapan kategori desain seismik D.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, 2010. *Balok dan Beton Bertulang (Edisi I)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- Asroni, Ali, 2010. *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang (Edisi I)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Penetapan Standar Nasional Indonesia 1727 : 2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur. *Badan Standardisasi Nasional 1727:2020*, 8, 1–336.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Baja Tulangan Beton. *Badan Standardisasi Nasional*, 15.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)*. Direktorat Yayasan Penerbit PU, 1987.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S.E. (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 471-482. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/29894>
- Nasional, B. S. (2019). *Standar Nasional Indonesia 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. 8, 653–659.
- Oza Pubawa, R., Ridwan, A., & Cahyo, Y. (2013). Perencanaan Struktur Atas Asrama Putri Di Universitas Kadiri. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(2), 182 – 191. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.vli2.376>
- Pamungkas, A, dan Erny Harianti. *Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Yogyakarta: Andi.
- Pamungkas, A. 2021. *Contoh Laporan Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Sistem rangka Pemikul Momen Khusus (SRMPK) Sesuai SNI 1727:2020, SNI-1726:2019, SNI-2847:2019*. Yogyakarta: CV. Budi Utama.
- Setiawan, Erik., D. Mungok, Krisna dan Setia Budi, Gatot. “*Studi Penggunaan Balok Anak Pada Struktur Pelat Beton Bertulang*”.
- Umaya, R., & Supriyadi, A. (2019). PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG 8 LANTAI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK Abstrak. *Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*.