

EVALUASI PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG AKADEMIK BERTINGKAT 16 LANTAI

WILDAN SATRIA HARTADI¹

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Indonesia
Email : wildan.satria@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Efisiensi dimensi elemen struktur merupakan aspek penting dalam perencanaan bangunan bertingkat, terutama untuk mengurangi pemborosan material dan meningkatkan keberlanjutan konstruksi. Penelitian ini bertujuan melakukan perencanaan ulang dimensi balok dan kolom agar lebih efisien tanpa mengurangi kinerja struktural, dengan tetap mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847:2019 (Beton), SNI 1727:2020 (Pembebanan), dan SNI 1726:2019 (Ketahanan Gempa). Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS, dengan analisis pembebanan statis dan dinamis, termasuk evaluasi periode getar, gaya geser antar lantai, simpangan antar lantai, dan pengaruh P-Delta. Hasil menunjukkan bahwa struktur hasil redesign tetap memenuhi batas izin dan menunjukkan peningkatan efisiensi. Kesimpulannya, pendekatan ini mendukung prinsip value engineering dan dapat diterapkan untuk meningkatkan efektivitas desain struktur bangunan bertingkat.

Kata kunci: perencanaan ulang, ETABS, efisiensi struktur, SNI

1. PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur pendidikan, khususnya gedung perkuliahan bertingkat tinggi, menuntut pendekatan desain yang efisien, aman, dan berkelanjutan. Perencanaan struktur yang efisien menjadi semakin relevan seiring dengan tuntutan penerapan prinsip value engineering dan konstruksi berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang dimensi balok dan kolom gedung perkuliahan 16 lantai agar lebih efisien melalui simulasi struktur dengan ETABS, dengan memastikan bahwa desain baru tetap memenuhi persyaratan SNI 2847:2019 (Beton), SNI 1727:2020 (Pembebanan), dan SNI 1726:2019 (Ketahanan Gempa). Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan struktur gedung pendidikan yang efisien dan berkelanjutan, serta berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang rekayasa struktur melalui integrasi antara analisis komputasional, prinsip efisiensi material, dan keselamatan struktural.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada analisis numerik dan evaluasi kinerja struktur melalui pemodelan komputasional untuk membandingkan dua skenario desain (eksisting dan redesign) secara objektif. Pemilihan efisiensi elemen balok dan kolom ini didasarkan pada kriteria bahwa elemen-elemen inilah yang paling potensial untuk diperkecil demi efisiensi tanpa mengorbankan kekuatan dan stabilitas struktur. Instrumen penelitian utama yang digunakan adalah perangkat lunak analisis struktur ETABS v22 untuk pemodelan, analisis statik dan dinamik, serta simulasi respons spektrum. Data sekunder yang digunakan meliputi:

(1) gambar rencana arsitektur dan struktur existing, (2) data pembebanan (SNI 1727:2020), (3) data material beton dan baja (SNI 2847:2019), (4) data gempa dari aplikasi Puskim (SNI 1726:2019), dan (5) data tanah dari investigasi geoteknik. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur dan data sekunder yang tersedia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil merancang ulang dimensi elemen struktur utama gedung. Hasil perencanaan ulang dimensi balok dan kolom seperti disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perbandingan Dimensi dan Pengurangan Luas Penampang

Elemen	Lantai	Dimensi Eksisting (mm)	Dimensi Redesain (mm)	Luas Eksisting (mm ²)	Luas Redesain (mm ²)	Pengurangan Luas (%)
Balok	1	900 X 500	800 X 500	450000	400000	11,11
	2-12	800 X 500	700 X 500	400000	350000	12,50
	13-16	800 X 400	600 X 400	320000	240000	25,00
Kolom	GF	900 X 1600	800 X 1500	1440000	1200000	16,67
	1-7	900 X 1500	800 X 1400	1350000	1120000	17,04
	8-13	900 X 1400	800 X 1200	1260000	960000	23,81
	14-15	800 X 1200	800 X 1000	960000	800000	16,67

Pengurangan luas penampang terbesar terjadi pada Balok Induk Lantai 13–16 (25,00%) dan Kolom Lantai 8–13 (23,81%). Redesain berhasil mengoptimalkan dimensi elemen struktur dengan pengurangan luas antara 11,11% hingga 25,00%.

Periode Getar Struktur

Analisis dinamik struktur hasil *redesain* menunjukkan periode getar alami fundamental sebesar 1,492 detik pada arah X dan 1,183 detik pada arah Y.

Tabel 2. Periode Getar Struktur

Arah Struktur		Periode Getar pada ETABS (detik)	Ta-min (detik)	Ta-max (detik)
Redesain	X	1.492	1.129	1.581
	Y	1.183		

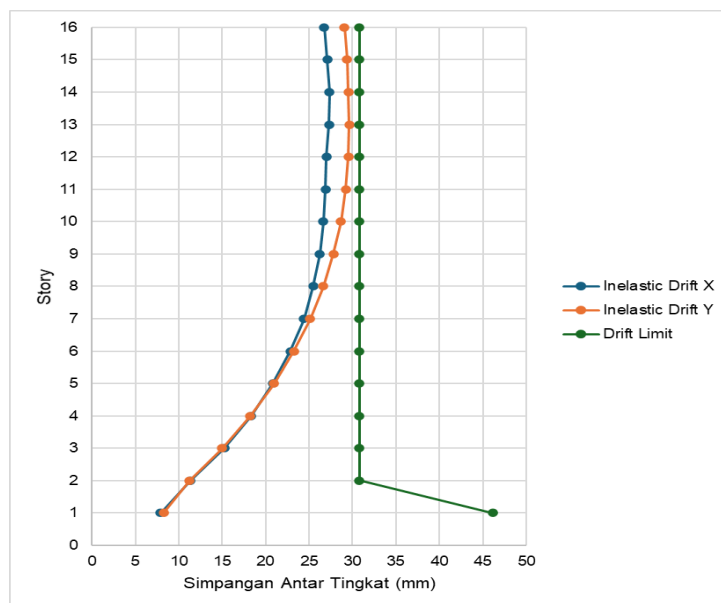
Nilai-nilai periode getar ini berada dalam batas yang diizinkan oleh SNI 1726:2019, yaitu antara periode pendekatan ($T_{a-min} = 1.129$ detik) dan periode maksimum ($T_{a-max} = 1.581$ detik). Periode getar yang lebih panjang pada arah X menunjukkan karakteristik struktur yang lebih fleksibel, yang merupakan konsekuensi wajar dari reduksi dimensi elemen penahan gaya gempa.

Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai inelastik maksimum yang terjadi pada struktur hasil *redesain* adalah pada lantai 13 untuk arah Y sebesar 29,601 mm, dan pada lantai 14 untuk arah X sebesar 27,331. sebagaimana disajikan pada **Tabel 3**, dan **Gambar 1**.

Tabel 3. Simpangan antar lantai Redesain Arah X dan arah Y

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δe_x	δe_y	δe_x	δe_y		Δ_x	Δ_y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
16	98.598	104.035	7.286	7.923	4000	26.715	29.051	30.769	OK
15	91.312	96.112	7.388	8.009	4000	27.089	29.366	30.769	OK
14	83.924	88.103	7.454	8.052	4000	27.331	29.524	30.769	OK
13	76.470	80.051	7.438	8.073	4000	27.273	29.601	30.769	OK
12	69.032	71.978	7.360	8.055	4000	26.987	29.535	30.769	OK
11	61.672	63.923	7.334	7.972	4000	26.891	29.231	30.769	OK
10	54.338	55.951	7.271	7.818	4000	26.660	28.666	30.769	OK
9	47.067	48.133	7.155	7.586	4000	26.235	27.815	30.769	OK
8	39.912	40.547	6.945	7.264	4000	25.465	26.635	30.769	OK
7	32.967	33.283	6.659	6.855	4000	24.416	25.135	30.769	OK
6	26.308	26.428	6.232	6.340	4000	22.851	23.247	30.769	OK
5	20.076	20.088	5.670	5.721	4000	20.790	20.977	30.769	OK
4	14.406	14.367	5.000	4.966	4000	18.333	18.209	30.769	OK
3	9.406	9.401	4.157	4.085	4000	15.242	14.978	30.769	OK
2	5.249	5.316	3.098	3.064	4000	11.359	11.235	30.769	OK
1	2.151	2.252	2.151	2.252	6000	7.887	8.257	46.154	OK



Gambar 1. Grafik Simpangan Antar Lantai Redesain Arah X dan Arah Y

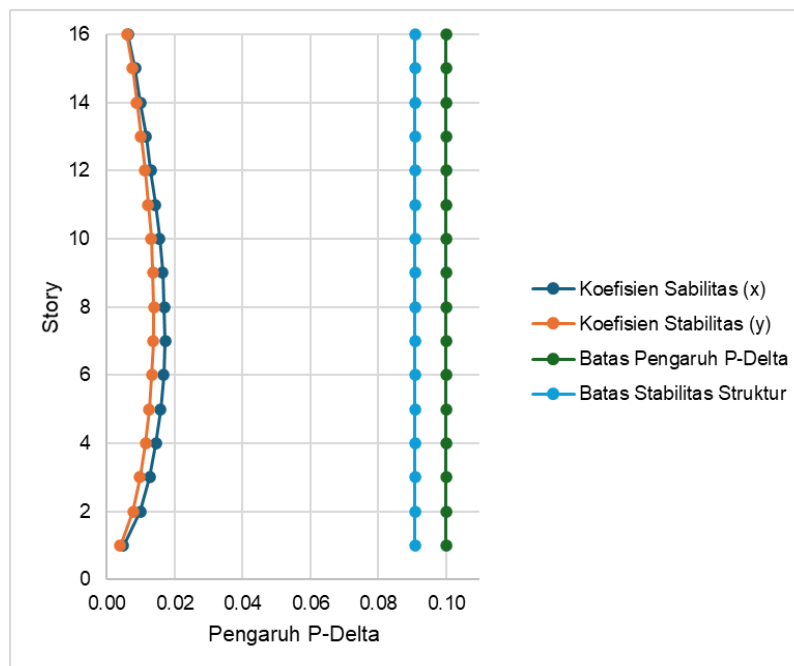
Nilai ini berada jauh di bawah batas izin ($\Delta a = 30.769$ mm) yang ditetapkan SNI 1726:2019 untuk bangunan kategori risiko IV-D. Hasil ini membuktikan bahwa dari aspek *serviceability* dan batas kerusakan komponen non-struktural, kinerja struktur redesain memenuhi persyaratan standar.

Pengaruh P-Delta

Evaluasi stabilitas struktur menunjukkan bahwa koefisien stabilitas (θ) akibat pengaruh P-Delta pada struktur *redesain* mencapai nilai maksimum sekitar 0,0172 pada arah X, dan 0,0139 pada arah Y. Seperti pada **Tabel 4**, dan **Gambar 2** berikut.

Tabel 4. Kontrol Pengaruh P-Delta Redesain Arah X dan arah Y

Story	Inelastic Drift		Story Forces			h	Koefisien Stabilitas		Batas Pengaruh h 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)						
16	26.715	29.051	6007	1743	1976	4000	0.0063	0.0060	0.1	0.0909	OK
15	27.089	29.366	16170	3577	4202	4000	0.0083	0.0077	0.1	0.0909	OK
14	27.331	29.524	27294	5089	6177	4000	0.0100	0.0089	0.1	0.0909	OK
13	27.273	29.601	38823	6244	7764	4000	0.0116	0.0101	0.1	0.0909	OK
12	26.987	29.535	50845	7210	9117	4000	0.0130	0.0112	0.1	0.0909	OK
11	26.891	29.231	63349	8061	10292	4000	0.0144	0.0123	0.1	0.0909	OK
10	26.660	28.666	75852	8833	11329	4000	0.0156	0.0131	0.1	0.0909	OK
9	26.235	27.815	88355	9566	12285	4000	0.0165	0.0136	0.1	0.0909	OK
8	25.465	26.635	100830	10292	13218	4000	0.0170	0.0139	0.1	0.0909	OK
7	24.416	25.135	113811	11026	14150	4000	0.0172	0.0138	0.1	0.0909	OK
6	22.851	23.247	126678	11746	15041	4000	0.0168	0.0133	0.1	0.0909	OK
5	20.790	20.977	139545	12445	15880	4000	0.0159	0.0126	0.1	0.0909	OK
4	18.333	18.209	152893	13108	16656	4000	0.0146	0.0114	0.1	0.0909	OK
3	15.242	14.978	166241	13668	17302	4000	0.0126	0.0098	0.1	0.0909	OK
2	11.359	11.235	179589	14077	17772	4000	0.0099	0.0077	0.1	0.0909	OK
1	7.887	8.257	193332	14327	18066	6000	0.0048	0.0040	0.1	0.0909	OK



Gambar 2. Grafik Pengaruh P-Delta Redesain Arah X dan arah Y

Nilai ini masih jauh di bawah batas kritis 0,1 yang disyaratkan SNI 1726:2019. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa efek P-Delta tidak signifikan dan tidak menimbulkan masalah stabilitas pada struktur *redesain*.

Gaya Geser Antar Lantai

Gaya geser antar lantai perencanaan ulang hasil analisis ETABS ditinjau berdasarkan parameter statik dan dinamik arah X dan arah Y seperti pada **Tabel 5** berikut.

Tabel 5. Gaya geser antar tingkat redesain parameter statik dan dinamik

TABLE: Story Forces				
Story	Statik		Dinamik	
	VX (kN)	VY (kN)	VX (kN)	VY (kN)
F16	-1398.749	-1650.922	1906.195	2164.917
F15	-3093.145	-3670.140	3787.734	4474.013
F14	-4703.479	-5608.990	5244.795	6392.352
F13	-6183.317	-7410.440	6362.657	7935.688
F12	-7622.558	-9183.357	7328.325	9282.462
F11	-8907.980	-10787.257	8165.791	10435.434
F10	-10029.884	-12206.876	8930.654	11458.309
F9	-10995.818	-13448.120	9660.346	12407.291
F8	-11833.695	-14543.408	10388.580	13341.339
F7	-12537.671	-15481.569	11118.557	14265.649
F6	-13104.515	-16253.811	11836.046	15150.498
F5	-13560.897	-16891.768	12544.824	15995.786
F4	-13902.618	-17384.437	13195.705	16756.336
F3	-14137.275	-17736.099	13737.251	17380.504
F2	-14279.142	-17960.010	14120.508	17821.339
F1	-14359.568	-18097.338	14342.466	18085.587

Pada tabel gaya geser antar lantai tersebut distribusi gaya geser hasil analisis ETABS pada struktur *redesain* untuk pembebanan gempa statik ekuivalen dan dinamik respons spektrum pada arah X dan Y. Nilai terbesar terletak pada lantai dasar (F1) karena menahan akumulasi beban dari seluruh lantai di atasnya, kemudian menurun secara bertahap menuju lantai paling atas. Perbedaan antara arah X dan Y mencerminkan variasi kekakuan serta konfigurasi struktur, sedangkan selisih antara hasil analisis statik dan dinamik menunjukkan pengaruh mode getar dan partisipasi massa yang lebih representatif pada analisis dinamik.

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil analisis membuktikan bahwa perencanaan ulang struktur berhasil menghasilkan desain yang efisien dan aman tanpa mengorbankan aspek keamanan dan kinerja layan struktur. Semua parameter kinerja utama periode getar, simpangan antar lantai, pengaruh P-Delta dan gaya geser antar lantai telah memenuhi semua persyaratan standar nasional terkait (SNI 2847:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1726:2019). Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam penerapan *value engineering* pada struktur beton bertulang untuk mencapai efisiensi material dan keberlanjutan dalam konstruksi.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2019). *SNI 1726:2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2019). *SNI 2847:2019: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2020). *SNI 1727:2020: Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta: BSN.
- Mulyo, A. (2018). *Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Metode Respons Spectrum Ditinjau pada Drift dan Displacement Menggunakan Software ETABS*. Jurnal Teknik Sipil, 15(2), 112-123.
- Saputra, A., & Firmanto, A. (2017). *Analisis Struktur Rumah Sakit Permata Cirebon*. Jurnal Konstruksi, 6(6), 566-575. <https://doi.org/10.33603/jki.v6i6>