ANALISIS PERUBAHAN MATERIAL STRUKTUR TERHADAP SIMPANGAN ANTAR LANTAI PADA TOKO DAN RESTORAN DI JALAN SEMER, KEROBOKAN, BADUNG

Pande Gede Bayu Guna Diatmika[1,*)], I Nengah Sinarta[2)], Anak Agung Sagung Dewi Rahadiani[3)]

[1]Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Warmadewa,
bayuguna220@gmail.com
[2]Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Warmadewa,
inengahsinarta@warmadewa.ac.id
[3]Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Warmadewa,
dewi_rahadiani@yahoo.com

ABSTRAK

Proyek pembangunan Toko dan Restoran yang terletak di Jalan Semer, Kerobokan, Badung mengalami perubahan pada beberapa elemen struktur yang sebelumnya menggunakan struktur baja menjadi struktur beton bertulang. Beton bertulang untuk struktur utama dan sub-struktur, struktur baja tetap dipertahankan untuk bagian upper struktur. Tujuan perencanaan ini adalah dapat mendesain struktur gedung toko dan restoran yang memiliki kuat rencana lebih besar atau sama dengan besaran gaya ultimit yang terjadi serta mengetahui perbandingan simpangan antar lantai antara bangunan eksisting dan bangunan rencana. Metode dalam perencanaan ini adalah metode studi pustaka dengan mengumpulkan data yang berkaitan dengan perencanaan seperti data arsitektur dan data tanah. Berdasarkan hasil analisa perhitungan struktur, dapat disimpulkan bahwa kontrol elemen struktur telah memenuhi SNI dan masing-masing simpangan pada kedua model dimana simpangan antar lantai terjadi pengurangan defleksi akibat perubahan material yang digunakan. Pengurangan simpangan terbesar terjadi untuk arah Y dengan pengurangan simpangan sebesar 61% pada lantai 4 dan untuk arah X terjadi pengurangan simpangan sebesar 36% pada lantai 1.

Kata Kunci : Perbandingan Simpangan, Baja, Beton Bertulang

ABSTRACT

The construction project of the store and restaurant in Semer Street, Kerobokan, Badung has changes in some of the structural elements which previously used steel structure to concrete structure. The author chooses to use concrete for the main and sub-structure, while the steel was maintained for the upper structure. The purpose of the analysis are can be able to design the structure of the store and restaurant building that has a strenght plan greater than or equal magnitude of the ultimate force that occurs and also to find out the comparison of story drift between the exsisting and planned building. Analytical method is using study literature on it's planning by collecting data that related to the plan such as architectural data and soil data. Based on the result of the structural analysis it can be concluded that the control of structural elements has met the standard and on both model where in the story drift have a reduction in deflection due to the material used. The greatest reduction of story drift for Y direction is 61% on the 4th floor and for X direction is 36% on the 1st floor.

Keyword : Story Drift Comparation, Steel, Concrete

1. PENDAHULUAN

Toko dan restoran merupakan jenis bangunan komersil yang dibangun dan didirikan pada suatu lokasi yang direncanakan. Bangunan komersil adalah bangunan yang berfungsi sebagai sarana untuk menampung kegiatan bisnis yang bertujuan untuk menghasilkan keuntungan bagi pemilik maupun pengguna baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Sehubungan dengan hal tersebut, perlu dipastikan bahwa perencanaan bangunan gedung ini harus aman dan sesuai dengan tujuan dan kebutuhan yang direncanakan, maka dari itu harus memenuhi persyaratan perencanaan dasar dan syarat-syarat bangunan yang kokoh, ekonomis, artistik dan estetika.

Berangkat akan hal itu, pada penelitian kali ini penulis menggunakan Proyek Pembangunan Toko dan Restoran di Jalan Semer, Kerobokan, Badung sebagai objek penelitiannya. Bangunan ini adalah bangunan yang terdiri dari 4 lantai dan 1 basement dengan material struktur baja.

Struktur baja memiliki kelemahan seperti rentan terhadap karat, tidak tahan api dan memerlukan biaya pemeliharaan tinggi serta bahan yang mahal. Namun, struktur baja memiliki keunggulan dalam pemasangan yang cepat, dapat didaur ulang dan memungkinkan penyambungan pada saat pemasangan. (Yos, 2020; Apriani & Rahmat, 2020)

Di sisi lain beton bertulang lebih mudah dibentuk dengan bekisting sesuai kebutuhan, memiliki biaya pemeliharaan yang rendah dan lebih ekonomis dibandingkan baja. Beton bertulang juga memiliki ketahanan yang baik terhadap api dan air. Namun beton bertulang memiliki kelemahan seperti kekuatan tarik yang lebih rendah, bobot yang berat, dan sulit untuk diubah setelah dibentuk. (Najwa Suryo Sadewo dkk, 2024; Priyosulistyo, 2019; Liang & Koespiadi, 2019)

Dalam rangka menambah khazanah dalam dunia pembelajaran, khususnya dalam bidang konstruksi bangunan gedung, penulis berniat mengubah struktur pada bangunan Toko dan Restoran di Jalan Semer, Kerobokan, Badung yang semula menggunakan material baja menjadi menggunakan material beton bertulang.

Sebagaimana system struktur pada umumnya Gedung ini direncanakan kedalam tiga bagian yang meliputi upper struktur, super struktur dan sub struktur (Sinarta dkk, 2024). Bagian super struktur seperti kolom, balok, pelat lantai, dan tangga di rencanakan menggunakan material beton bertulang. Sementara untuk sub-struktur menggunakan pile cap dan pondasi bor pile. Pondasi dirancang untuk mengirimkan beban ke tanah tanpa melebihi daya dukung amannya (Cahaya Putra dkk, 2023), sementara untuk bagian upper structure tetap direncanakan menggunakan struktur baja dengan tetap mempertimbangkan stabilitas khusus yang dibutuhkan oleh dua material yang berbeda ini. (Agustyawan & Arif, 2020)

Dengan perbedaan karakteristik material beton bertulang dan baja dalam perencanaan ini, akan dilakukan evaluasi terhadap perbandingan simpangan antara bangunan eksisting dengan bangunan rencana.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah "bagaimana perbandingan simpangan antar lantai pada bangunan eksisting dengan material baja terhadap bangunan rencana dengan material beton bertulang."

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian ini adalah "untuk mengetahui perbandingan simpangan antar lantai pada bangunan eksisting dengan material baja terhadap bangunan rencana dengan material beton bertulang."

1.3 Urgensi Penelitian

Adapun urgensi dari perancanaan ini adalah sebagai acuan atau referensi dalam hal perencanaan menggunakan struktur baja dan struktur beton bertulang dalam pembangunan bangunan gedung, khususnya toko dan restoran. Serta menambah wawasan dalam merencanakan struktur bangunan gedung menggunakan beton bertulang dengan baik dan sesuai dengan aturan dan standar yang berlaku.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka dengan mencari dan mengumpulkan informasi, dokumen-dokumen terkait, gambar maupun artikel. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang berkaitan dengan perencanaan yaitu data gambar arsitektur dan data tanah. Data-data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan bantuan perangkat lunak seperti *ETABS V.18* dan *Sp Column.*

Secara umum, tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah :

1. Mendefinisikan material struktur eksisting dan rencana, serta memodelkannya menggunakan bantuan perangkat lunak *ETABS V.18*. Pemodelan dibuat dengan mengacu kepada gambar arsitektur.
2. Menghitung beban yang terjadi pada struktur sesuai dengan beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain SNI 1727:2020 (Badan Standardisasi Indonesia, 2020) dan persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung (SNI 2847:2019) Selanjutnya beban-beban ini akan dikombinasikan sesuai dengan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk strktur bangunan gedung dan Nongedung SNI 1726:2019. (Sistem & Standar, 2020). Beban-beban yang bekerja ini terdiri dari beberapa jenis yang tersebar di setiap bagian struktur bangunan, rekapitulasi pembebanan pada setiap elemen struktur akan dijabarkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.
3. Analisis parameter kegempaan dan simpangan pada struktur eksisting dan struktur rencana ini direkomendasikan menggunakan metode statis ekivalen atau respons spektrum. (I. N. Sinarta, 2020)

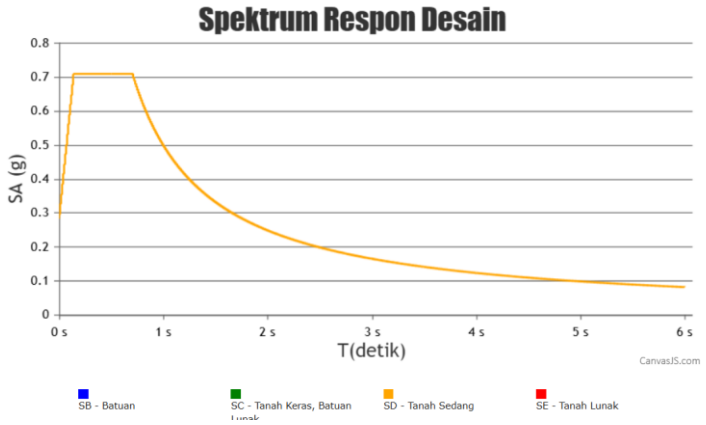
Tabel 1
Rekapitulasi Beban *Upper Structure*

Bagian Struktur	Nama Beban	Jenis Beban	Besaran Beban	
Upper Structure	Beban Mati	Merata	2,000	kg/m³
	Beban Hidup	Terpusat	1.33	kN
	Beban Hujan	Merata	0.098	kN/m²
	Beban Angin	Merata	0.018	kN/m²
			-0.168	kN/m²

Tabel 2
Rekapitulasi Beban *Super Structure*

Bagian Struktur	Nama Beban	Lokasi Beban	Jenis Beban	Besaran Beban	
Super Structure	Beban Mati	Pelat Lantai	Merata	1.226	kN/m²
		Pelat Atap	Merata	0.491	kN/m²
		Pelat Tangga & Bordes	Merata	0.441	kN/m²
		Balok Lt 1	Merata	4.192	kN/m²
		Balok Lt 2	Merata	4.192	kN/m²
		Balok Lt 3	Merata	3.261	kN/m²
		Balok Lt 4	Merata	2,609	kN/m²
		Riang Balok	Merata	1.211	kN/m²
		Lift	Merata	61.780	kN/m²

Bagian Struktur	Nama Beban	Lokasi Beban	Jenis Beban	Besaran Beban	
	Beban Hidup	Pelat Lt *basement*	Merata	1.920	kN/m²
		Pelat pada Areal Toko	Merata	4.790	kN/m²
		Pelat pada Areal Toilet	Merata	1.92	kN/m²
		Jalur Pemeliharaan Dak	Merata	0.960	kN/m²
		Pelat Tangga & Bordes	Merata	4.790	kN/m²
		Lift	Terpusat	5.390	kN
	Beban Tanah Lateral	DPT *Basement* (-0.90)	Merata	3.636	kN/m²
		DPT *Basement* (-1.80)	Merata	7.272	kN/m²
		DPT *Basement* (-2.70)	Merata	10.908	kN/m²



Gambar 1.
Desain Spektra pada Lokasi Proyek

Selanjutnya pada penelitian ini, diaplikasikan kombinasi pembebanan terfaktor yang diperoleh dari besaran gaya dari beban mati, beban hidup, beban gempa, beban angin, dan beban hujan yang terkombinasi yang mengacu kepada SNI 1726:2019. Adapun penjabaran dari beban kombinasi tersebut adalah sebagai berikut:

a. 1.4D
b. 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr atau R)
c. 1.2D +1.6 (Lr atau R) + 1(L atau 0.5W)
d. 1.2D + 1W + 1L + 0.5(Lr atau R)
e. 0.9D +1W
f. 1.2D + 1Ev + 1Eh + 1L
g. 0.9D – 1Ev + 1Eh

Setelah dilakukan pendefinisian pada beban gempa dan kombinasi pembebanan selanjutnya dilakukan analisis model :

1. Penentuan Parameter Kegempaan

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.8.2.1 Periode fundamental pendekatan (T_α) dari struktur yang mana nilai tersebut dibatasi dengan T_{max} dihitung berdasarkan persamaan dibawah ini:

$$T_a = C_t \cdot hn^x \quad \text{.....(1)}$$
$$T_{max} = C_u \cdot Ta \quad \text{.....(2)}$$

2. Koefisien Respons Seismik

Selanjutnya perhitungan dilanjutkan dengan menentukan nilai koefisien respons seismik (Cs). SNI kita membatasi nilai Cs terendah serta nilai Cs tertinggi, berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.1.1 dapat ditentukan :

$$Cs = \frac{SD_S}{\frac{R}{I_e}} \quad \text{.....(3)}$$

$$Cs\ max = \frac{SD_1}{T\frac{R}{I_e}} \quad \text{.....(4)}$$

$$Cs\ min = 0.044 \times S_{DS} \times I_e \quad \text{.....(5)}$$

3. Langkah berikutnya, dilakukan perhitungan terhadap gaya geser dasar seismik dengan mengalikan berat total struktur terhadap koefisien respons seismik yang sudah ditentukan sebelumnya :

   $V = Cs \times W$ …….…… (6)

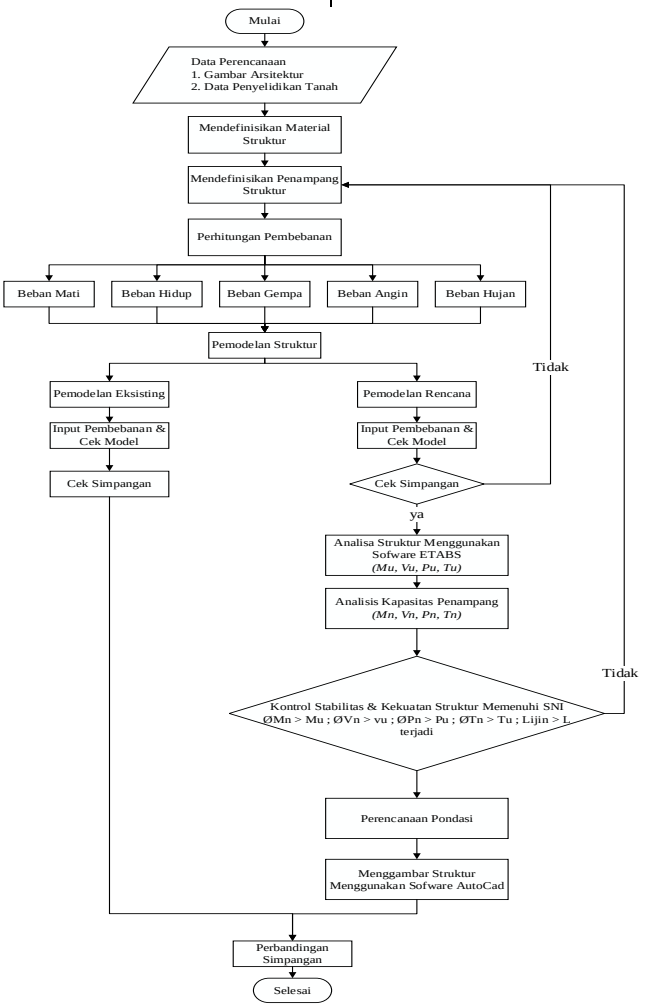
4. Deformasi horizontal (Simpangan lantai) Parameter terakhir yang perlu diperhitungkan pada kontrol model terhadap gempa rencana adalah deformasi horizontal antar lantai Deformasi horizontal yang terjadi pada setiap lantai (Δx) tidak boleh melebihi batas deformasi yang diizinkan ($\Delta\alpha$) oleh SNI 1726:2019 pasal 7.8.6. :

$$\Delta x = \frac{(\delta_{ex} - \delta_{ex-1}).\ C_d}{I_e} \text{ ……..……..(7)}$$

$$\Delta_a = 0.025\ .\ hsx \text{…….……(8)}$$

Setelah dilakukan control terhadap parameter kegempaan, proses analisis dapat dilanjutkan ke tahapan selanjutnya. Secara umum struktur harus direncanakan memiliki kekuatan nominal yang cukup, dengan tetap memperhatikan factor keamanan (safety factor). Nilai tersebut dijadikan sebagai pembanding terhadap gaya ultimit. (Debora Evlin & I Nengah Sinarta, 2022).

Secara lebih lanjut, tahapan-tahapan penelitian ini akan dijabarkan pada diagram alir (*flow chart*) pada Gambar 1.



Gambar 2.
Flow Chart Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kontrol Struktur Terhadap Gempa Rencana

Berdasarkan kelas situs tanah, lokasi bangunan berdiri, serta peruntukan bangunan, maka didapat nilai-nilai parameter kegempaan dengan mengacu kepada SNI 1726:2019 sebagai berikut:

SDS = 0.71
R = 8
I = 1
T = 1.01044
S_{D1} = 0.5

Berdasarkan persamaan 1 dan 2, maka didapat nilai periode pendekatan fundamental sebesar T_a = 0.72174 detik dan periode maksimal sebesar T_{max} = 1.01044 detik. Karena dari hasil analisis dengan perangkat lunak *ETABS V.18* didapat periode maksimum: 1.412 detik, yang mana nilai tersebut sudah melebihi T_{max}, maka periode yang digunakan adalah T = 1.01 detik. Apabila nilai periode pada model melewati batas nilai periode maksimal namun selisihnya tidak lebih dari 2.0 maka struktur masih dinyatakan aman

1. Geser Dasar Statis

Mengacu kepada persamaan 6 gaya geser dasar sesismik ditentukan dengan mengalikan koefisien respons seismik (C_s) dengan berat seismik efektif (W). Berat seismik efektif struktur melibatkan seluruh beban seperti beban mati, beban operasional, dan beban lainnya. Sedangkan nilai (C_s) dikontrol dengan persamaan:

$$C_{s\,min} \le C_s \le C_{s\,max}$$

Kemudian nilai hasil dari perhitungan dengan persamaan 3, 4, dan 5. Maka didapat hasil

$$0.03124 \le 0.08875 \le 0.061854$$

Berdasarkan persamaan diatas nilai sudah memenuhi syarat.

a. Geser Dasar Stasis Manual

Berat massa bangunan = 24908.53 kN
V = Cs ×W
= 1540.695 kN

b. Geser Dasar Statik dari ETABS

Tabel 3.
Geser Dasar Statik dari *ETABS*

TABLE: Base Reactions		
Load Case/Combo	FX	FY
	kN	kN
Sx Max	1664.083	0
Sy Max	0	1664.083

Nilai perbandingan antara keduanya tidak boleh lebih dari satu.

Perbandingan = $\frac{1540.695}{1664.083}$ = 0.925

Berdasarakan persamaan diatas nilai sudah memenuhi syarat.

2. Geser Dasar Dinamis

Berdasarkan dari SNI 1726:2019 pasal 7.9.4.1 perlu adanya skala gaya yang diisyaratkan dimana gaya geser dinamis harus lebih besar dari 100% gaya geser statis.

3. Geser Dasar Dinamis

Berdasarkan dari SNI 1726:2019 pasal 7.9.4.1 perlu adanya skala gaya yang diisyaratkan dimana gaya geser dinamis harus lebih besar dari 100% gaya geser statis.

Tabel 4.
Geser Dasar Dinamis dari *ETABS*

TABLE: Base Reactions		
Load Case/Combo	FX	FY
	kN	kN
Dx Max	1150.515	188.4698
Dy Max	188.4698	835.7809

VD > 100% VS
1150.515 > 100% 1664.083
1150.515 > 1664.083

Berdasarkan persamaan di atas nilai belum memenuhi syarat. Karena nilai geser dasar dinamis tidak memenuhi syarat, maka perlu dilakukan penskalaan ulang terhadap gempa dinamis pada pemodelan yang

dibuat. Besaran nilai skala dapat dihitung dengan persaamaan di bawah ini:

Skala faktor arah x= $\frac{1664.083}{1150.515}$ = 1.4463

Skala faktor arah y= $\frac{1664.083}{835.7809}$ = 1.9910

Tabel 5.
Geser Dasar Dinamis setelah Dikali Skala Faktor Baru

TABLE: Base Reactions		
Load Case/Combo	**FX**	**FY**
	kN	**kN**
Dx Max	1664.792	272.7152
Dy Max	375.4319	1664.876

Cek gaya geser dasar arah X:

VD > 100%VS

1664.792 > 100% 1664.083

1664.792 > 1664.083

Berdasarkan persamaan diatas nilai sudah memenuhi syarat.

Cek gaya geser dasar arah Y:

VD > 100%VS

1664.876 > 100% 1664.083

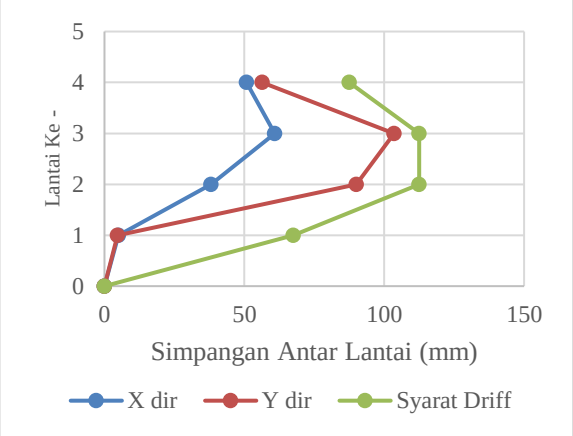
1664.876 > 1664.083

Berdasarkan persamaan diatas nilai sudah memenuhi syarat.

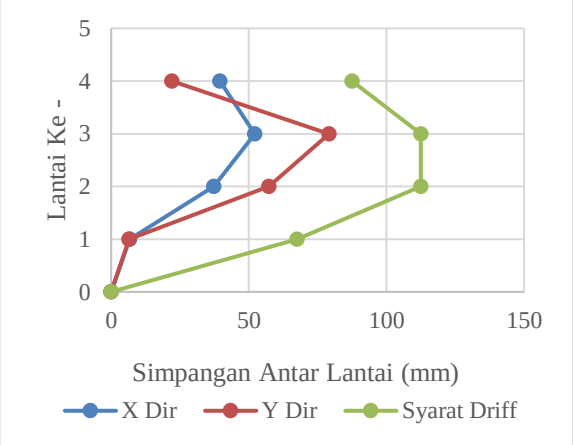
3.2 Kontrol Deformasi antar Lantai (Simpangan Antar Lantai)

Tahapan terakhir pada pemeriksaan model terhadap gempa rencana adalah pengecekan deformasi horizontal atau yang sering juga disebut dengan simpangan antar lantai. Dengan menggunakan hasil story respons pada analisis model untuk mendapatkan nilai perpindahan horizontal akibat gaya gempa pada setiap lantai, dan dengan mengacu kepada persamaan 7 dan 8, maka akan didapat hasil sebagaimana yang tertera pada Gambar 3.

Dapat dilihat pada Gambar 3, seluruh simpangan pada setiap lantai di kedua arah (x dan y) berada dibawah batas simpangan maksimalnya. Dimana garis biru, merah dan hijau secara berturut-turut mewakili simpangan arah x, arah y, dan batas maksimal simpangan.



Gambar 3.
Grafik Simpangan Antar Lantai Struktur Eksisting



Gambar 4.
Diagram Simpangan Antar Lantai Struktur Rencana

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4, setelah material elemen struktur pada Gedung toko dan restoran di rubah menjadi beton bertulang simpangan yang terjadi antar lantai mengalami penurunan. Perbandingan antara kedua nilai diatas, akan dijabarkan pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6.
Rekapitulasi Perbandingan Simpangan Struktur Eksisting dan Struktur Rencana

Story	Simpangan Model Eksisting		Simpangan Model Bangunan Rencana		Pengurangan Simpangan		Batas Simpangan
	Δ_X (mm)	Δ_Y (mm)	Δ_X (mm)	Δ_Y (mm)	Δ_X (mm)	Δ_Y (mm)	
Lt. 4	50,776	56,337	39,556	22,066	22%	61%	87,500
Lt. 3	60,874	103,538	52,184	79,134	14%	24%	112,500
Lt. 2	38,071	90,024	37,263	57,2825	2%	36%	112,500
Lt. 1	10,472	10,208	6,705	6,446	36%	37%	67,500
Base	0,000	0,000	0,000	0,000	0%	0%	0,000

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada pokok pembahasan sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan material struktur pada bangunan Toko dan Restoran di Jalan Semer, Kerobokan, Badung yang awalnya menggunakan material baja menjadi menggunakan material beton bertulang berdampak pada nilai simpangan antar lantainya. Rata-rata nilai simpangan struktur eksisting mengalami pengurangan hingga 19% pada arah X dan 40% pada arah Y jika dibandingkan dengan rata rata nilai simpangan struktur rencana.
2. Preseaprintase pengurangan simpangan pada struktur eksisting terhadap struktur rencana tidak linier.
3. Presentase pengurangan simpangan struktur eksisting terhaddap struktur rencana yang paling signifikan terjadi pada lantai 4, yaitu 22% pada arah X dan 61% pada arah Y.

5. DAFTAR PUSTAKA

Agustyawan, P. E., & Arif, I. N. S. (2020). U KaRsT. Effect Of Additive Zeolite Materials On The Strength Of Red Brick Post Burning., 4(1), 1–15.

Apriani, W., & Rahmat, H. (2020). Review Design Struktur Beton Bertulang Terhadap Struktur Baja Pada Struktur Gedung Diatas Tanah Lunak. Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil, 10(1), 8.

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

Cahaya Putra, P. A. A., Sinarta, I. N., & Nudja S., I. K. (2023). Kajian Penurunan Fondasi Rakit Di Atas Tanah Lempung Berpasir Di Gedung Ditreskrimsus Polda Bali. Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja), 11(2), 45–50.

Debora Evlin, & I Nengah Sinarta. (2022). Prestressed beam system due to the addition of a long-span beam in building infrastructure. Journal of Infrastructure Planning and Engineering (JIPE), 1(1), 27–32.

I. N. Sinarta, I. M. B. P. 2. (2020). Direct Displacement-Based Design for Buildings with Hysteretic Dampers, using Best Combinations of Stiffness and Strength Ratios. Journal of Earthquake Engineering, 21(5), 752–775.

Liang, A. M., & Koespiadi, K. (2019). Pengaruh Mutu Material Beton Terhadap Efisiensi Biaya Pembanguanan Gedung Bertingkat. Narotama Jurnal Teknik Sipil, 3(1), 1–8.

Najwa Suryo Sadewo, M., Septiandini, E., & Saefudin, A. (2024). Studi

Perbandingan Efisiensi Kolom Beton Bertulang dengan Kolom Baja. Jurnal Pendidikan Tambusai, 8(1), 441–444.

Priyosulistyo, H. (2019). Struktur Beton Bertulang 1.

Sinarta, I. N., Gede Dharma Wisnawa, I. P., & Agung Gede Sumanjaya, A. (2024). Safety Factor and Settlement Analysis of Borepile Foundation in Warmadewa Gianyar Hospital Building. Civil and Environmental Science, 7(1), 19–26.

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

SNI 2847: (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Sni 2847-2019, 8, 720.

Yos, J. (2020). Review Design Struktur Beton Bertulang . 10(1), 8–16.

Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Halaman ini sengaja dikosongkan