

## ANALISIS KEAMANAN LENDUTAN BALOK AKIBAT PERUBAHAN DESAIN DENGAN SOFTWARE SAP 2000

Marco Marcellino<sup>1)</sup>, Helmy F.A. Rahman<sup>2)</sup>, Mohamad Donie Aulia<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Komputer Indonesia  
Jl. Dipatiukur No. 112-116, Bandung, 40132, Indonesia

E-mail: [marco.13020008@mahasiswa.unikom.ac.id](mailto:marco.13020008@mahasiswa.unikom.ac.id)<sup>1)</sup>, [helmy.13020019@mahasiswa.unikom.ac.id](mailto:helmy.13020019@mahasiswa.unikom.ac.id)<sup>2)</sup>,  
[m.donie.aulia@email.unikom.ac.id](mailto:m.donie.aulia@email.unikom.ac.id)<sup>3)</sup>

### ABSTRAK

*Pada proyek gedung inspektorat terjadi perubahan bentuk desain dengan pengurangan jumlah kolom pada salah satu ruangan. Hal ini dapat mempengaruhi keamanan struktur yang ada di atasnya. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis nilai keamanan lendutan balok setelah penghilangan kolom menggunakan software SAP 2000. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari Detail Engineering Design. Penelitian ini juga menggunakan data sekunder berupa SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019. Hasil analisis menunjukkan lendutan pada balok akibat beban mati dan beban hidup pada koordinat X dan koordinat Y masih tergolong aman. Karena nilai lendutan yang diperoleh lebih kecil daripada lendutan ijin maksimum sesuai acuan SNI 1726-2019. Nilai lendutan ijin maksimum pada koordinat X akibat beban mati sebesar 1,87 cm dan akibat beban hidup sebesar 2,50 cm. Nilai lendutan ijin maksimum pada koordinat Y akibat beban mati sebesar 1,75 cm dan akibat beban hidup sebesar 2,33 cm. Nilai lendutan pada koordinat X akibat beban mati sebesar 0.0195 cm dan akibat beban hidup sebesar 0.0146 cm. Nilai lendutan pada koordinat Y akibat beban mati sebesar 0.0134 cm dan akibat beban hidup sebesar 0.0128 cm.*

**Kata kunci:** kolom, balok, keamanan, lendutan, sap 2000

### 1. Pendahuluan

Struktur bangunan yang telah direncanakan dengan baik dan dibangun, terkadang dalam masa pembangunan atau saat difungsikan mempunyai beberapa permasalahan. Permasalahan tersebut dapat berkaitan dengan kegagalan dan kerusakan konstruksi bangunan akibat kesalahan perencanaan, pelaksanaan, keluhan, ketidaknyamanan, perubahan persyaratan peraturan bangunan, atau disebabkan oleh pengalihan fungsi bangunan dari yang telah direncanakan semula. (D. Prastyo, dkk, 2018)

Bangunan gedung inspektorat merupakan salah satu bangunan perkantoran pada pemerintahan Kabupaten Bandung. Dalam pelaksanaannya terdapat perubahan salah satu struktur kolom. Kasus ini adalah salah satu contoh permasalahan bangunan dengan alasan keluhan ketidaknyamanan dan alasan efektifitas ruang rapat untuk digunakan secara maksimal. Akibat dari rencana perubahan tersebut harus dilakukan perubahan struktur pada ruang tersebut karena posisinya yang berakibat tidak efektifnya ruang yang direncanakan dapat

maksimal menahan beban struktur di atasnya. Perubahan layout ruangan bisa terjadi tidak hanya di bagian struktur, tetapi untuk kasus perubahan layout ruangan yang bermasalah pada letak strukturnya dan berakibat pada ketidakamanan struktur yang langsung terhubung terhadapnya, maka harus dilakukan peninjauan ketahanan beban terhadap struktur yang ditinjau yaitu kolom dan balok di atasnya.

Struktur mempunyai beberapa bagian antara lain balok yang berfungsi sebagai penyalur momen menuju kolom, sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas, serta sebagai rangka penguat horisontal bangunan akan beban-beban, dan kolom yaitu suatu elemen struktur tekan berfungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi (R Nurzaman dkk, 2021).

Kolom merupakan komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal ( $P_n$ ) dan momen nominal ( $M_n$ ) pada sebuah bangunan. Kolom menempati peranan penting di dalam sistem struktur bangunan. Kegagalan kolom berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya (Nawy, 2010).

Balok merupakan salah satu struktur yang berhubungan langsung dengan kolom dengan demikian kekuatan struktur kolom dapat mempengaruhi keamanan lendutan balok.

Peninjauan perubahan struktur pada proyek gedung inspektorat dilakukan menggunakan *software SAP2000*. Peninjauan ini bertujuan untuk mengetahui nilai keamanan lendutan pada struktur balok ketika salah satu struktur kolom mengalami perubahan. Perubahan desain pada bangunan dengan alasan keluhan ketidaknyamanan dan alasan efektifitas ruang rapat untuk digunakan secara maksimal. Penelitian ini dapat memberikan gambaran di lapangan ketika terjadinya perubahan struktur bangunan dengan menggunakan *software SAP2000* yang mengacu pada SNI 2847- 2019 dan SNI 1726-2019.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Kolom

Kolom merupakan komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal ( $P_n$ ) dan momen nominal ( $M_n$ ) pada sebuah bangunan. Kolom menempati peranan penting di dalam sistem struktur bangunan. Kegagalan kolom berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya (Nawy, 2010).

### 2.2 Balok

Balok adalah elemen struktural yang menerima gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya yang mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser sepanjang bentangnya (Dipohusodo, 1994).

### 2.3 Beton Bertulang

Beton bertulang adalah gabungan antara material tulangan baja yang ditanamkan pada beton yang mengeras dimana tulangan baja berfungsi menahan gaya tarik dan beton untuk menahan gaya tekan. (B. Jaya, 2014)

### 2.4 SAP 2000

*Structural Analysis Program* (SAP 2000) digunakan sebagai alat bantu pemodelan dan menganalisis struktur bangunan terhadap beban beban yang bekerja. Pemodelan struktur harus sesuai dengan hasil pengujian Laboratorium agar hasil yang diperoleh sesuai dengan harapan. (A. Zarkasi dkk, 2022)

### 2.5 Beban Hidup (Live Load)

Beban hidup adalah semua beban yang bekerja karena ditempati atau digunakan suatu bangunan gedung, termasuk beban di lantai yang berasal dari barang bergerak, mesin dan peralatan yang bukan merupakan bagian integral dari bangunan gedung dan dapat diganti selama masa konstruksi. umur bangunan, mengakibatkan perubahan beban lantai dan atap. Khusus pada atau menjadi beban hidup, dapat mencakup beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) tetesan air (PPPURG 1987).

### 2.6 Beban Mati (Dead Load)

Beban mati adalah berat seluruh bagian bangunan permanen, termasuk semua elemen tambahan, finishing, mesin dan peralatan yang merupakan bagian integral dari bangunan tersebut (Chalisto, 2023).

### 2.7 Analisis Pembebanan

Pada perancangan bangunan gedung ini, beban-beban yang ditinjau adalah beban mati dan beban hidup serta memenuhi persyaratan SNI 1726-2019 antara lain :

1.  $1.4 D + 1.4 SDL$
2.  $1.2 D + 1.2 SDL + 0.5 L_r$
3.  $1.2 D + 1.2 SDL + 1.6 L_r$
4.  $1.37 D + 1.37 SDL$
5.  $0.9 D + 0.9 SDL$
6.  $0.73 D + 0.73 SDL$

### 2.6 Ketentuan Lendutan Ijin Maksimum Balok

Perhitungan lendutan ijin maksimum pada balok mengacu pada SNI 2847-2019. Batas lendutan ijin maksimum sebagai berikut:

- Beban Mati (*Dead Load*)

$$\text{Batas lendutan} = \frac{L}{480} \quad (\text{pers.1})$$

- Beban Hidup (*Live Load*)

$$\text{Batas lendutan} = \frac{L}{360} \quad (\text{pers.2})$$

- Nilai Lendutan Model < Lendutan Ijin Maksimum

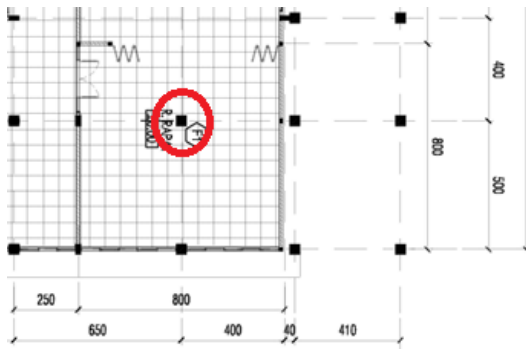
### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Metode Pengumpulan Data

##### a. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari *Detail Engineering Design* (DED) proyek gedung inspektorat. Adapun data – data struktur yang digunakan dalam perencanaan ini sebagai berikut:

- Kolom, balok, dan pelat lantai menggunakan beton bertulang
- Mutu besi tulangan = BJTS U-40,  $F_u = 390$  Mpa,  $F_y = 560$  Mpa
- Luas area yang ditinjau =  $135 \text{ m}^2$
- Jumlah kolom yang dihilangkan = 1 kolom



**Gambar 1** Denah Area Penghilangan Kolom

##### b. Data Sekunder

Data sekunder penelitian yang menjadi acuan data sekunder berupa data jenis pembebanan pada SNI 1726 : 2019. Jenis pembebanan:

- a. Beban Mati (*Dead Load*)
- b. Beban Hidup (*Live Load*)

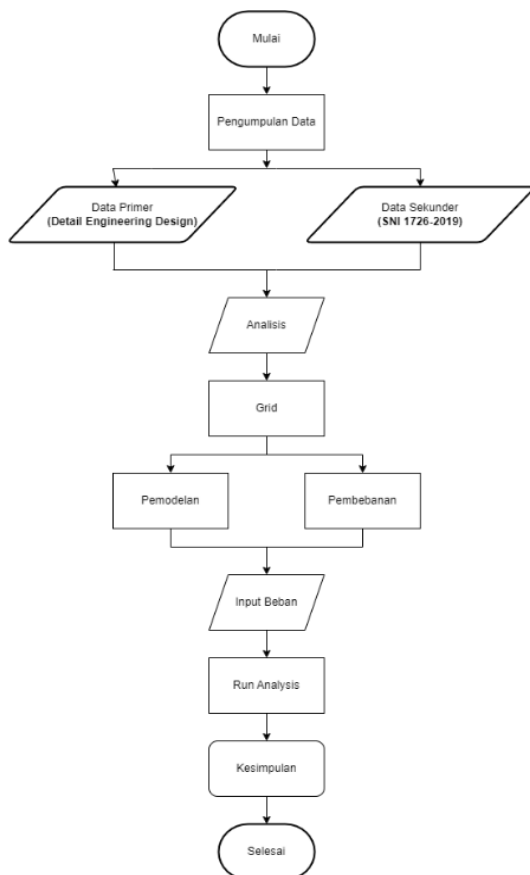
**Tabel 1** Data Pembebanan

a. Arsitektur Lt.2				Lokasi penempatan
- Pasangan Bata	=	8.925	Kn/m	Balok
- Pasir 1cm	=	0.14	Kn/m <sup>2</sup>	Plat Lantai
- Spesi 3cm	=	0.63	Kn/m <sup>2</sup>	Plat Lantai
- Keramik 1cm	=	0.24	Kn/m <sup>2</sup>	Plat Lantai
- Plafon	=	0.2787	Kn/m <sup>2</sup>	Plat Lantai
- MEP	=	0.4	Kn/m <sup>2</sup>	Plat Lantai
Total Beban	=	1.6887	Kn/m <sup>2</sup>	
<b>b. Beban Hidup</b>				
-Ruang Kantor	=	2.4	Kn/m <sup>2</sup>	Plat Lantai
-Ruang Pertemuan	=	4.79	Kn/m <sup>2</sup>	Plat Lantai

#### 3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- (i) Mengumpulkan data primer dan sekunder.
- (ii) Analisis data menggunakan software SAP 2000, dengan melakukan pembuatan grid, pemodelan dan pembebanan.
- (iii) Run Analysis model untuk mengetahui lendutan balok.



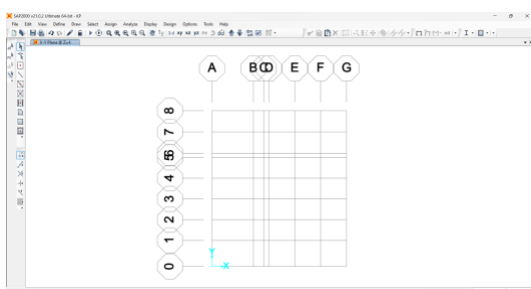
**Gambar 2.** Metodologi Penelitian

### 3.3 Tahapan Pemodelan

#### 3.3.1 Grid

Pembuatan grid ini dapat dilakukan berdasarkan koordinat yang kita butuhkan, koordinat dibagi menjadi tiga yaitu:

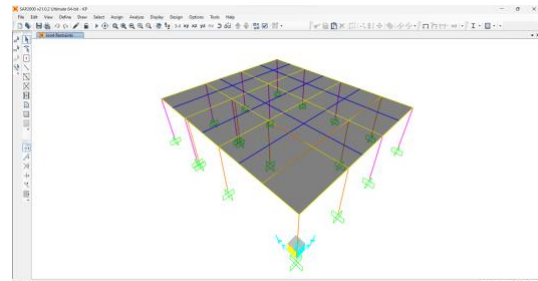
- Koordinat X untuk horizontal ke-arah sumbu X.
- Koordinat Y untuk horizontal ke-arah Sumbu Y.
- Koordinat Z Untuk mengatur elevasi dari bangunan yang akan dimodelkan.



**Gambar 3** Grid

#### 3.3.2 Pemodelan Struktur

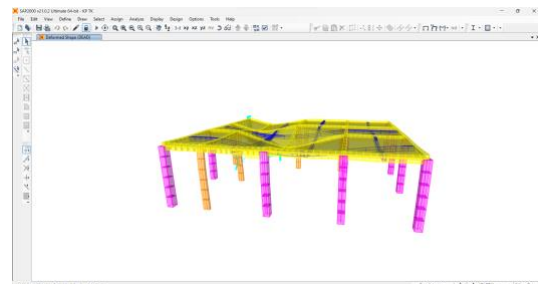
Memodelkan struktur merupakan langkah berikutnya setelah pembuatan grid dan *input material*.



**Gambar 4** Grid

#### 3.3.3 Pembebanan

Pembebanan struktur pengurangan kolom menggunakan data beban dengan acuan SNI 1726-2019. Pada pemodelan gedung inspektorat, menggunakan beban mati (*Dead Load*), dan beban hidup (*Live Load*). Pembebanan dilakukan pada area pelat lantai 2 ruang rapat.



**Gambar 5** Struktur Setelah Mengalami Pembebanan

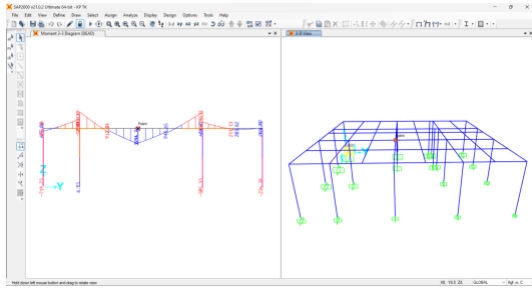
#### 3.3.4 Run Analysis

Dalam analisis model struktur, lendutan balok ditinjau akibat beban mati dan beban hidup. Peninjauan dilakukan pada koordinat X dan Koordinat Y.

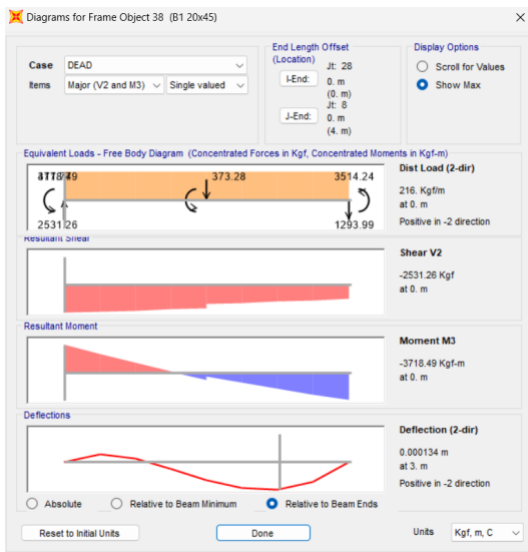
### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Analisis Lendutan Akibat Beban Mati (*Dead Load*)

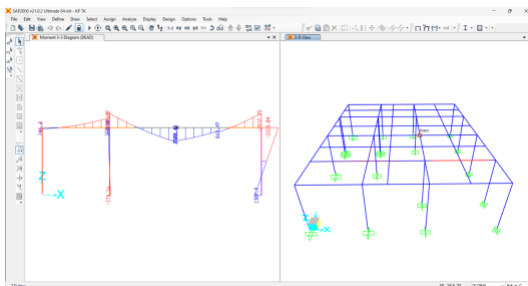
Analisis lendutan balok dilakukan pada koordinat Y dan koordinat X setelah pemodelan penghilangan salah satu struktur kolom.



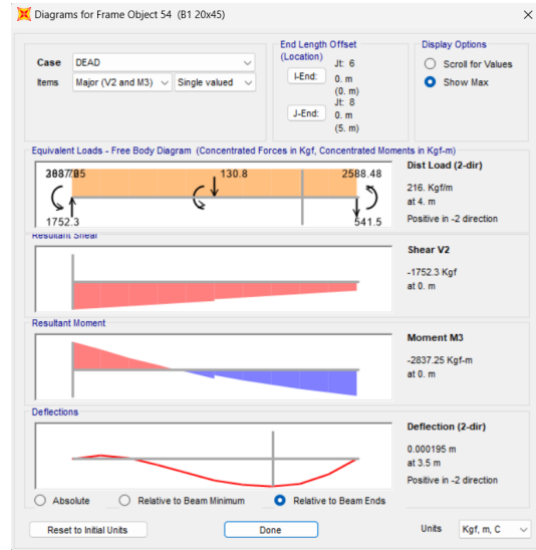
**Gambar 6** Cek Lendutan Desain Pengurangan Kolom Arah Y Akibat Beban Mati (*Dead Load*)



**Gambar 7** Data Besarnya Lendutan Maksimum Balok Arah Y



**Gambar 8** Cek Lendutan Desain Pengurangan Kolom Arah X Akibat Beban Mati (*Dead Load*)

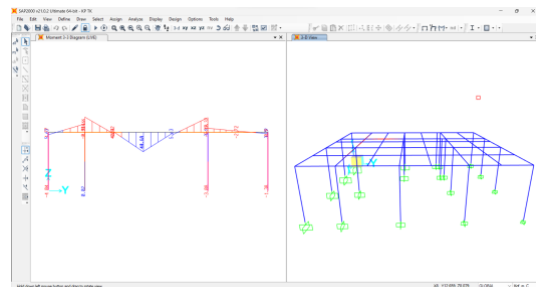


**Gambar 9** Data Besarnya Lendutan Maksimum Balok Arah X

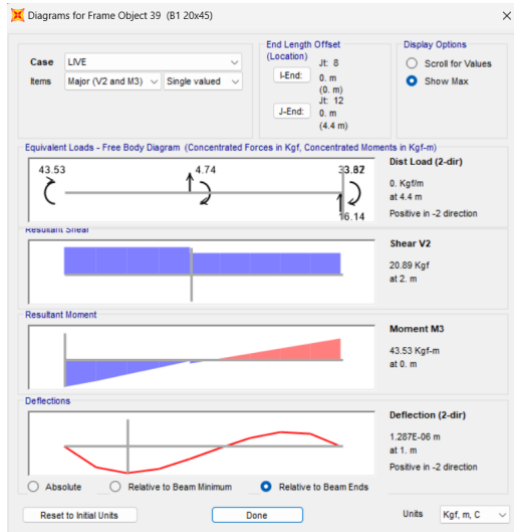
Analisis beban mati pada koordinat Y menghasilkan lendutan pada balok sebesar 0.0134 cm dan untuk koordinat X sebesar 0.0195 cm.

#### 4.2 Analisis Lendutan Akibat Beban Hidup (*Live Load*)

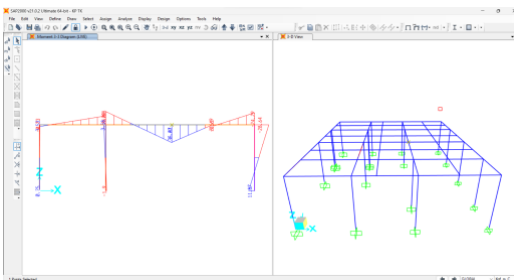
Analisis lendutan balok dilakukan pada koordinat Y dan koordinat X setelah pemodelan penghilangan salah satu struktur kolom.



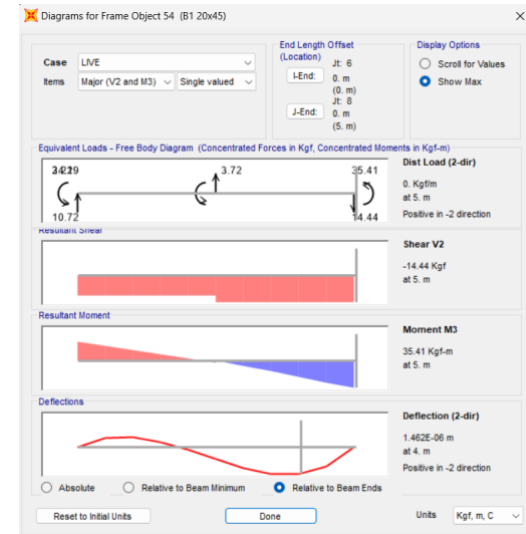
**Gambar 10** Cek Lendutan Desain Pengurangan Kolom Arah Y Akibat Beban Hidup (*Live Load*)



**Gambar 11** Data Besarnya Lendutan Maksimum Balok Arah Y



**Gambar 12** Cek Lendutan Desain Pengurangan Kolom Arah X Akibat Beban Hidup (*Live Load*)



**Gambar 1** Data Besarnya Lendutan Maksimum Balok Arah X

Analisis beban hidup pada koordinat Y menghasilkan lendutan pada balok sebesar 0.0128 cm dan untuk koordinat X sebesar 0.0146 cm.

#### 4.8 Perhitungan Lendutan

struktur yang mengalami perubahan desain karena penghilangan salah satu kolom dapat dianggap aman.

- Lendutan ijin maksimum koordinat Y  
 Lendutan Maksimum Akibat Beban Mati

$$L_{i\text{maks}} = \frac{L}{480} = \frac{840 \text{ cm}}{480} = 1,75 \text{ cm}$$

Lendutan Maksimum Akibat Beban Hidup

$$L_{i\text{maks}} = \frac{L}{360} = \frac{840 \text{ cm}}{360} = 2,33 \text{ cm}$$

- Lendutan ijin maksimum koordinat X  
 Lendutan Maksimum Akibat Beban Mati

$$L_{i\text{maks}} = \frac{L}{480} = \frac{900 \text{ cm}}{480} = 1,87 \text{ cm}$$

Lendutan Maksimum Akibat Beban Hidup

$$L_{i\text{maks}} = \frac{L}{360} = \frac{900 \text{ cm}}{360} = 2,50 \text{ cm}$$

- Cek Keamanan Lendutan Pada Koordinat X

- **Beban Mati**  
 Nilai Lendutan Model < Lendutan Ijin Maksimum  
 0.0195 cm < 1,87 cm (ok!!!)

- **Beban Hidup**  
 Nilai Lendutan Model < Lendutan Ijin Maksimum  
 0.0146 cm < 2,50 cm (ok!!!)
- **Cek Keamanan Lendutan Pada Koordinat Y**
  - **Beban Mati**  
 Nilai Lendutan Model < Lendutan Ijin Maksimum  
 0.0134 cm < 1,75 cm(ok!!!)
  - **Beban Hidup**  
 Nilai Lendutan Model < Lendutan Ijin Maksimum  
 0.0128 cm < 2,33 cm (ok!!!)

Nilai keamanan lendutan pada struktur balok akibat pengurangan salah satu struktur kolom dengan asumsi beban hidup dan mati masih tergolong aman karena nilai pada model kurang dari nilai lendutan ijin maksimum.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pemodelan analisis struktur salah satu area gedung inspektorat yang mengalami perubahan jumlah kolom menggunakan software SAP2000, dapat disimpulkan bahwa area yang mengalami perubahan dapat dianggap aman untuk digunakan. Pada nilai lendutan (momen) yang diperoleh dari analisis, di mana nilai lendutan pada area X dan Y masih lebih kecil dari nilai lendutan izin maksimum yang tertera pada SNI 2847-2019. Dalam SNI diatur bahwa nilai lendutan ijin maksimum terhadap beban mati sebesar  $\frac{L}{480}$  dan terhadap beban hidup sebesar  $\frac{L}{360}$ . Lendutan yang terjadi di lapangan terhadap beban mati pada area Y sebesar  $0.000134m < 0.0175m$  dan terhadap beban mati pada area X sebesar  $0.000195m < 0.0187m$ . Sedangkan untuk lendutan yang terjadi di lapangan terhadap beban hidup pada area Y sebesar  $0.00000128m < 0.023m$  dan terhadap beban hidup pada area X sebesar  $0.00000146m < 0.025m$ . Maka dari itu struktur yang mengalami perubahan desain karena penghilangan salah satu kolom dapat dianggap aman.

### 5.2 Saran

Struktur dikatakan aman meskipun mengalami lendutan pada balok ketika terjadi perubahan desain dengan software SAP 2000. Disarankan peninjauan keamanan lendutan menggunakan software ETABS karena untuk desain struktur beton.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ahmad Zarkasi, Hariyadi, and Adryan Fitra Yudha, *Studi Perbandingan Kapasitas Portal beton Dinding Pengisi Bata Ringan Pengujian Laboratorium dan SAP 2000 Terhadap Gaya Lateral*, Portal: Jurnal Teknik Sipil, Vol. 14, No.1, 2022, pp 32
- [2] Budianto Jaya, *Analisa Balok Beton Bertulang Cold Formed Menggunakan Solidworks*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol.2, No.3, 2014
- [3] Danang Prastyo, Ratih Prawesti, Sugiharto,

Sukoyo, *Perkuatan Struktur Kolom dan Balok Akibat Perubahan Layout Ruang dengan Metode CFRP (studi kasus : Pembangunan Masjid As - Shohabat Tembalang)*, Wahana Teknik Sipil, Vol. 23, No. 1, 2018.

- [4] Delfian Masrura, Abdullah, *Analisa Perilaku Sambungan Balok-Kolom Sesuai PBI 1971 Terhadap Beban Siklik*, Teras Jurnal, Vol.10, No.2, 2020, pp 2
- [5] Juan Chalisto, Nova Mamarimbing, Rifana S.S.I. Kawet, Rocky F. Roring, *Analisis Perbandingan Perhitungan Gaya – Gaya Dalam Program SAP2000 v21 Dengan Metode Matriks Kekakuan Pada Gedung Rumah Susun Mahasiswa Universitas Negeri Manado*, Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol.13, No.1, 2023.
- [6] Marzon, Mukhlis Islam, Elhusna, *Analisis Penampang Kolom Beton Bertulang Persegi Panjang Berlubang*, Jurnal Inersia, Vol.10, No.2, 2018.
- [7] Moh. Nur Sholeh, *Analisa Struktur SAP2000 v22*, Edisi revisi Tahun 2023, Pustaka Pranala, 2023.
- [8] Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987
- [9] SNI 2847 – 2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
- [10] SNI 1726 – 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.