



The 7<sup>th</sup> Conference on Innovation and Application of Science and Technology  
(CIASTECH)

Website Ciastech 2024 : <https://ciastech.net>  
Open Conference Systems : <https://ocs.ciastech.net>  
Proceeding homepage : <https://ciastech.net>

P-ISSN : 2622-1276  
E-ISSN: 2622-1284

## EVALUASI KELAYAKAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT LESTARI MEDIKA MADIUN

Choirun Ni'am Ilhamussyifa <sup>1\*</sup>, Rosyid Kholilur Rohman<sup>2)</sup>, Setiyo Daru Cahyono<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun

### INFORMASI ARTIKEL

**Data Artikel :**

Naskah masuk, 11 November 2024  
Direvisi, 6 Desember 2024  
Diterima, 20 Desember 2024

**Email Korespondensi :**

niamilhamussyifa@gmail.com

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kelayakan struktur bangunan Gedung Rumah Sakit Lestari Medika Madiun yang terbengkalai sejak 2019. Penelitian ini mencakup analisis kondisi struktur eksisting, kebutuhan rangka atap, pembebanan, dan evaluasi kelayakan elemen struktur atas yaitu pelat, balok, dan kolom. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kapasitas penampang dengan gaya yang terjadi akibat beban. Digunakan program analisis struktur SAP2000, ETABS, dan SpColumn sebagai alat bantu perhitungan. Data penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton mencapai 21,65 MPa, sedangkan kuat tarik tulangan mencapai 359 MPa untuk tulangan deform, dan 345 MPa untuk tulangan polos. Struktur termasuk ke dalam kategori desain seismik D dan diperhitungkan sebagai SRPMK. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelat di area A tidak aman terhadap momen dan lendutan, sedangkan pelat area B dan C aman terhadap momen namun tidak aman terhadap lendutan, sehingga diperlukan perkuatan pada pelat. Selain itu, pada balok B1 dan kolom K1 juga diperlukan perkuatan struktur. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa meskipun beberapa elemen masih memenuhi syarat, sejumlah perkuatan diperlukan untuk memastikan keamanan dan kelayakan struktur bangunan.

**Kata Kunci :** Evaluasi Struktur, Balok, Kolom, Pelat.

### 1. PENDAHULUAN

Kesehatan adalah aspek yang penting dalam kehidupan manusia. Guna mencapai kesehatan yang baik di suatu wilayah, selain diperlukan tenaga medis dan peralatan medis yang memadai, bangunan fasilitas kesehatan juga harus mempunyai struktur yang baik. Struktur bangunan yang baik bertujuan untuk memastikan bangunan tersebut dapat berfungsi dengan aman, serta dapat menjaga keselamatan orang-orang yang berada di dalamnya.

Gedung Rumah Sakit Lestari Medika Madiun adalah gedung tiga lantai yang menggunakan struktur utama beton bertulang. Pembangunan gedung ini mulai dilaksanakan pada tahun 2018. Namun, dikarenakan beberapa faktor, pembangunan gedung ini terhenti pada tahun 2019 dan masih terbengkalai sampai saat ini. Pekerjaan struktural mulai dari pondasi hingga balok ring telah diselesaikan, sedangkan atap belum terpasang.

Kondisi tersebut mengakibatkan struktur bangunan tidak terlindungi dari paparan cuaca. Kuat tekan beton yang terpapar cuaca secara terus-menerus akan mengalami penurunan [1]. Mutu beton yang menurun dapat mengakibatkan struktur yang awalnya kuat dalam menahan beban menjadi tidak kuat. Sehubungan dengan kondisi tersebut, ditambah dengan adanya beban tambahan berupa atap, mengakibatkan munculnya kemungkinan kegagalan struktur apabila pembangunan dilanjutkan [2].

Oleh karena itu, diperlukan evaluasi kelayakan struktur pada bangunan. Evaluasi dititikberatkan pada kemampuan elemen struktur dalam menahan beban dan bertujuan untuk mengetahui apakah struktur eksisting masih layak atau tidak. Apabila terdapat satu atau beberapa elemen yang tidak layak, maka diperlukan perkuatan struktur pada elemen struktur tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Gedung yang dijadikan objek penelitian adalah Rumah Sakit Lestari Medika yang beralamat di Jl. Raya Ponorogo - Madiun No.376, Kertosari, Purworejo, Kec. Geger, Kabupaten Madiun, Jawa Timur.

### 2.1. Analisis Kondisi Struktur Eksisting

Evaluasi kelayakan struktur diawali dengan menganalisis kondisi struktur eksisting [3], [4], [5]. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan data-data yang dijadikan sebagai acuan evaluasi [6], [7]. Adapun aspek yang ditinjau meliputi kondisi fisik, jumlah tulangan dalam komponen beton, kekuatan beton dan kekuatan baja tulangan.

Jumlah tulangan yang terpasang diamati menggunakan alat rebar scanner. Dalam hal kekuatan beton, salah satu metode yang umum dipakai dalam mengetahui mutu beton pada bangunan eksisting adalah dengan cara mengambil sampel beton dengan bor (core drill), kemudian dilakukan pengujian kuat tekan di laboratorium [8], [9]. Sedangkan kekuatan baja tulangan didapat dari pengujian tarik (tensile test) dengan sampel besi tulangan yang diambil langsung dari lapangan. Pengujian kondisi eksisting ditunjukkan pada gambar 1.



(a) Rebar Scan pada Pelat



(b) Rebar Scan pada Kolom



(c) Core Drill

Gambar 1. Pengujian Kondisi Struktur Eksisting

### 2.2. Analisis Kebutuhan Rangka Atap

Rangka atap diperhitungkan guna menentukan besar beban yang akan disalurkan ke struktur utama bangunan gedung. Rangka atap direncanakan menggunakan profil baja WF. Baja WF adalah material rangka atap yang banyak dijadikan pilihan mengingat keunggulannya dibanding material

rangka atap lain seperti kayu dan beton [10]. Dalam perencanaan rangka atap, digunakan program analisis struktur SAP 2000 v.23.

### 2.3. Pembebanan dan Permodelan Struktur

Beban yang bekerja pada bangunan gedung dapat diklasifikasikan menjadi beban tetap dan beban sementara. Beban tetap mencakup beban mati dan beban hidup, sedangkan yang termasuk beban sementara yaitu beban gempa. Perhitungan pembebanan terkait beban mati dan beban hidup mengacu pada SNI 1727:2020 [11], sedangkan untuk beban gempa dihitung sesuai dengan SNI 1726:2019 [12]. Selanjutnya, dibuat permodelan tiga dimensi pada program ETABS v.19 untuk mengetahui gaya-gaya dalam yang terjadi [6].

### 2.4. Evaluasi Kelayakan Struktur Pelat

Kelayakan struktur pelat dievaluasi berdasarkan tinjauan terhadap tahanan momen lentur pelat dan lendutan yang terjadi pada pelat. Pelat yang ditinjau dikatakan layak apabila memenuhi:

- Momen kapasitas pelat ( $M_n$ ) > Momen akibat beban ( $M_u$ )
- Lendutan yang terjadi ( $\delta_{tot}$ )  $\leq$  Lendutan izin

Momen akibat beban dihitung pada empat area, yaitu tumpuan arah x, tumpuan arah y, lapangan arah x, dan lapangan arah y [13], [14]. Momen akibat beban pada pelat dihitung dengan persamaan:

$$M_u = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C \quad (1)$$

dengan  $q_u$  adalah beban terfaktor pada pelat ( $\text{kN/m}^2$ ),  $L_x$  adalah bentang pelat yang lebih kecil (m), dan  $C$  adalah koefisien yang mengacu pada PBI tahun 1971.

Menurut [13], [14], momen kapasitas pelat ( $M_n$ ) dihitung menggunakan persamaan 2:

$$M_n = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (2)$$

dengan  $\phi$  adalah faktor reduksi kekuatan,  $A_s$  adalah luas tulangan ( $\text{mm}^2$ ),  $f_y$  adalah kuat leleh baja tulangan (MPa),  $d$  adalah tinggi efektif komponen beton yang ditinjau (mm), dan  $a$  merupakan nilai yang didapat dari persamaan 3:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \quad (3)$$

dimana  $f_c$  adalah kuat tekan beton (MPa), dan  $b$  adalah lebar komponen beton yang ditinjau (mm).

Untuk nilai lendutan yang terjadi dapat diketahui langsung dari program analisis struktur [2].

Adapun lendutan izin dihitung dengan persamaan  $\frac{L_x}{240}$  (4)

### 2.5. Evaluasi Kelayakan Struktur Balok

Evaluasi kelayakan balok dilakukan dengan cara membandingkan momen dan gaya geser yang terjadi akibat beban dengan kapasitas momen dan gaya geser [2]. Momen dan gaya geser didapat dari program analisis struktur (ETABS v.19). Sedangkan momen kapasitas balok diperoleh dari persamaan 5 sebagai berikut:

$$M_n = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (5)$$

dengan  $\phi$  adalah faktor reduksi (untuk kekuatan lentur,  $\phi = 0,9$ ),  $A_s$  adalah luas tulangan lentur ( $\text{mm}^2$ ),  $f_y$  adalah kuat tarik baja tulangan (MPa),  $d$  adalah tinggi efektif balok (mm), dan  $a$  merupakan nilai yang didapat dari persamaan 6 sebagai berikut:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \quad (6)$$

dimana  $f_c$  adalah kuat tekan beton (MPa), dan  $b$  adalah lebar balok yang ditinjau (mm).

Menurut [14], kapasitas geser balok diperoleh dari persamaan 7:

$$V_n = \phi \cdot V_c + V_s \quad (7)$$

dengan  $\phi$  adalah faktor reduksi (untuk geser,  $\phi = 0,75$ ),  $V_c$  adalah kuat geser beton yang diperoleh dari persamaan 8 sebagai berikut:

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \quad (8)$$

dan  $V_s$  adalah kuat geser baja tulangan yang diperoleh dari persamaan 9:

$$V_s = A_v \cdot f_y \cdot \frac{d}{s} \quad (9)$$

dimana  $A_v$  adalah luas tulangan geser ( $\text{mm}^2$ ), dan  $s$  adalah jarak sengkang (mm).

Balok yang ditinjau dikatakan aman atau layak apabila memenuhi kedua kriteria berikut:

- Momen kapasitas balok ( $M_n$ ) > Momen akibat beban ( $M_u$ )
- Kuat geser balok ( $V_n$ ) > Gaya geser akibat beban ( $V_u$ )

### 2.6. Evaluasi Kelayakan Struktur Kolom

Kelayakan kolom dapat ditentukan berdasarkan diagram interaksi gaya aksial dan momen, serta gaya geser kapasitas [5]. Diagram interaksi dapat dibuat di program analisis *SpColumn* v.4.81 [3]. Momen yang terjadi diperbesar sebelum dimasukkan ke program analisis [4]. Adapun faktor pembesaran momen dihitung melalui persamaan 10 sebagai berikut:

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{\left[1 - \frac{P_u}{0,75 \cdot P_c}\right]} \geq 1 \quad (10)$$

dimana  $C_m$  dan  $P_c$  dihitung melalui persamaan 11 dan 12 sebagai berikut:

$$C_m = 0,6 + 0,4 \cdot \frac{M_1}{M_2} \geq 0,4 \quad (11)$$

$$P_c = \frac{\pi \cdot EI}{(k\lambda u)^2} \quad (12)$$

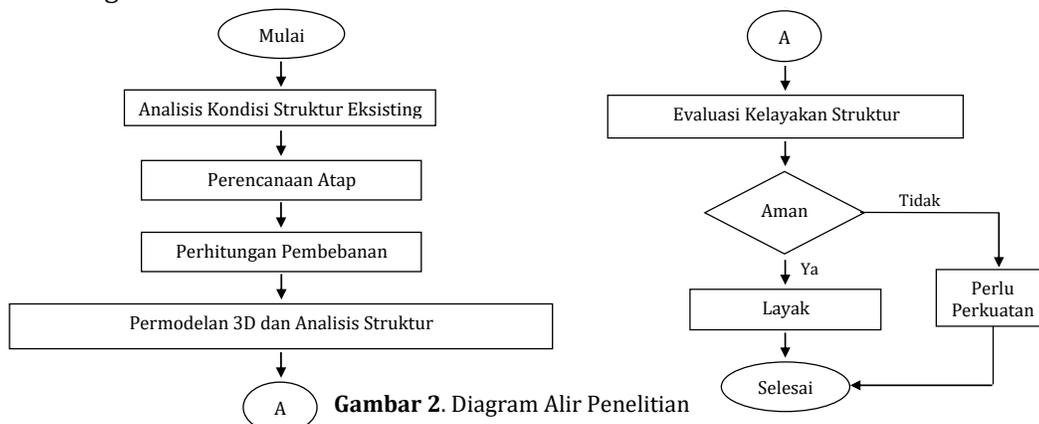
dengan  $M_1$  adalah momen ujung terfaktor yang lebih kecil,  $M_2$  adalah momen ujung terfaktor yang lebih besar (kNm),  $P_u$  adalah gaya aksial terfaktor (kN),  $P_c$  adalah beban kritis pada kolom (kN),  $EI$  adalah faktor kekakuan kolom,  $k$  adalah faktor panjang efektif, dan  $\lambda u$  adalah panjang efektif kolom (mm).

Sedangkan gaya geser kapasitas kolom dihitung sesuai persamaan (7). Karena kolom juga menerima gaya aksial, maka untuk kekuatan geser beton pada kolom perlu dihitung dengan persamaan 13 sebagai berikut:

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g}\right) \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \quad (13)$$

dimana  $N_u$  adalah gaya aksial (kN), dan  $A_g$  adalah luas penampang kolom ( $\text{mm}^2$ ).

Untuk mempermudah dalam memahami langkah-langkah penelitian, dibuat diagram alir penelitian sesuai gambar 2 berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kondisi Struktur Eksisting

##### 3.1.1. Kondisi Fisik

Ditinjau dari kondisi fisik, struktur eksisting bangunan gedung RS Lestari Medika Madiun masih dalam keadaan baik karena tidak ditemukan tanda-tanda kerusakan yang signifikan pada komponen struktur bangunan. Kondisi fisik bangunan ditampilkan pada gambar 3 di bawah ini.



**Gambar 3.** Kondisi Struktur Eksisting Gedung RS Lestari Medika

##### 3.1.2. Tulangan yang terpasang

Dari hasil pengujian *rebar scanner* pada pelat lantai diketahui tulangan yang dipasang adalah besi  $\varnothing 10-200$ . Adapun hasil pengujian balok dan kolom tertuang pada tabel 1 dan tabel 2 berikut.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian *Rebar Scanner* pada Balok

	Balok B1 (30/50 cm)		Balok B2 (20/35 cm)		Balok B3 (15/30 cm)	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
Atas	4 $\varnothing 14,9$	3 $\varnothing 14,9$	3 $\varnothing 14,9$	2 $\varnothing 14,9$	4 $\varnothing 14,9$	3 $\varnothing 14,9$
Bawah	3 $\varnothing 14,9$	4 $\varnothing 14,9$	2 $\varnothing 14,9$	2 $\varnothing 14,9$	3 $\varnothing 14,9$	4 $\varnothing 14,9$
Pinggang	2 $\varnothing 10$	2 $\varnothing 10$	-	-	-	-
Senggang	$\varnothing 10 - 100$	$\varnothing 10 - 150$	$\varnothing 10 - 100$	$\varnothing 10 - 150$	$\varnothing 10 - 150$	$\varnothing 10 - 150$

**Tabel 2.** Hasil Pengujian *Rebar Scanner* pada Kolom

	Kolom K1 (35x35 cm)	Kolom K2 (30x35 cm)	Kolom K3 (20x40 cm)
Atas	4 $\varnothing 14,9$	3 $\varnothing 14,9$	4 $\varnothing 14,9$
Bawah	4 $\varnothing 14,9$	3 $\varnothing 14,9$	4 $\varnothing 14,9$
Kanan	2 $\varnothing 14,9$	2 $\varnothing 14,9$	2 $\varnothing 14,9$
Kiri	2 $\varnothing 14,9$	2 $\varnothing 14,9$	2 $\varnothing 14,9$
Senggang	$\varnothing 8,23 - 150$	$\varnothing 8,23 - 150$	$\varnothing 9,05 - 150$

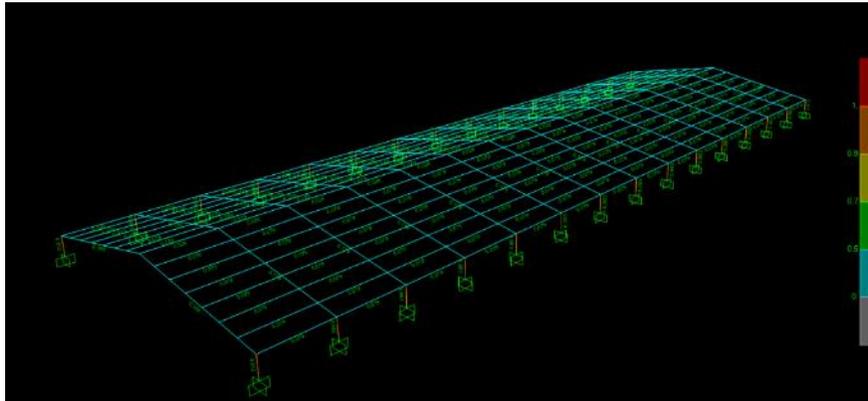
##### 3.1.3. Kekuatan Material

Dari hasil uji tekan beton, diketahui nilai kuat tekan beton yang terpasang sebesar 21,65 MPa. Sedangkan hasil pengujian kuat tarik tulangan didapatkan nilai 359 MPa untuk tulangan deform, dan 345 MPa untuk tulangan polos.

#### 3.2. Perhitungan Atap

Dalam perhitungan atap, dicoba profil Light Lip Channel 125.50.20.3,2 sebagai gording, dan kuda-kuda menggunakan profil WF 200.100.5,5.8. Selanjutnya, dilakukan permodelan pada program analisis struktur SAP 2000 v.23. Simulasi beban meliputi beban mati, hidup, dan angin. Selanjutnya

dilakukan pengecekan rasio penampang pada program dan didapatkan hasil yang ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Rasio Penampang Rangka Atap (SAP 2000 v.23)

Dari hasil pengujian, rasio penampang  $\leq 1,0$  baik pada gording maupun rangka atap, sehingga profil di atas dapat dipergunakan. Selanjutnya, reaksi perletakan dimasukkan ke struktur utama sebagai joint forces.

### 3.3. Pembebanan dan Permodelan Struktur

Beban pada bangunan dianalisis sesuai dengan SNI 1727:2020 [11]. Beban akibat berat sendiri struktur dihitung secara otomatis oleh software analisis struktur, sehingga dihitung beban akibat finishing saja. Berikut rekapitulasi perhitungan pembebanan pada struktur gedung.

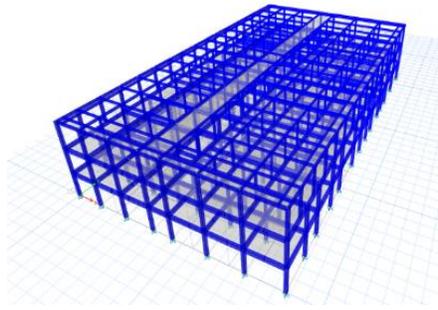
- Beban mati tambahan : 1,762 kN/m<sup>2</sup>
- Beban hidup : 1,92 kN/m<sup>2</sup> di area ruang pasien, 3,83 kN/m<sup>2</sup> di koridor
- Beban gempa

Beban gempa ditinjau dengan metode analisis dinamik respon ragam. Parameter respon spektrum diperoleh dari situs web [rsa.ciptakarya.pu.go.id](http://rsa.ciptakarya.pu.go.id) dan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Parameter Respon Spektra

Variabel	Nilai
PGA (g)	0,399
S <sub>S</sub> (g)	0,801
S <sub>1</sub> (g)	0,331
F <sub>PGA</sub>	1,101
F <sub>A</sub>	1,179
F <sub>V</sub>	1,738
P <sub>SA</sub> (g)	0,439
S <sub>MS</sub> (g)	0,945
S <sub>M1</sub> (g)	0,576
S <sub>DS</sub> (g)	0,63
S <sub>D1</sub> (g)	0,384
T <sub>0</sub> (detik)	0,122
T <sub>1</sub> (detik)	0,609

Struktur tergolong kategori desain seismik D dan diperhitungkan sebagai SRPMK.



Gambar 5. Permodelan Struktur ETABS v.19

Selanjutnya dilakukan kontrol terhadap gaya geser dasar seismik, dimana geser dasar dalam analisis dinamik respon spektra harus dikalikan dengan faktor skala sehingga memenuhi 100% dari geser dasar seismik yang dihitung melalui metode statik ekuivalen [12]. Hasil perbandingan dan faktor skala disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai geser dasar seismik

Geser dasar awal		$V_{statik}$	Faktor skala		Geser dasar akhir	
$VX_{dinamik}$	$VY_{dinamik}$		X	Y	VX	VY
a	b	c	d (c/a)	e (c/b)	f	g
254174,11 kg	300133,71 kg	469.394,50 kg	1,846744	1,5639513	470.255,70 kg	470.413,66 kg

Setelah diberi faktor skala, gaya geser dasar hasil analisis dinamik telah memenuhi 100% geser dasar statik ekuivalen, sehingga beban gempa dapat digunakan.

### 3.2. Evaluasi Kelayakan Pelat

Hasil evaluasi kelayakan pelat ditampilkan pada tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Evaluasi Kelayakan Pelat

Pelat	Dimensi Pelat	Momen akibat beban ( $M_u$ )	Momen kapasitas ( $M_n$ )	Lendutan yang terjadi	Lendutan izin	Evaluasi Kelayakan Pelat	
						Ditinjau dari momen kapasitas	Ditinjau dari lendutan
Area A	5,0 x 5,9 m	13,827 kNm	11,54 kNm	141,269 mm	20,833 mm	Tidak aman	Tidak aman
Area B	4,5 x 5,0 m	10,325 kNm	11,54 kNm	83,642 mm	18,750 mm	Aman	Tidak aman
Area C	4,0 x 6,25 m	10,923 kNm	11,54 kNm	43,014 mm	16,667 mm	Aman	Tidak aman

Dari hasil evaluasi, diketahui bahwa pelat di area A tidak aman terhadap momen dan lendutan, sedangkan di area B dan C aman terhadap momen, namun tidak aman terhadap lendutan. Sehubungan dengan hal tersebut, diperlukan perkuatan pada pelat.

### 3.2. Evaluasi Kelayakan Balok

Hasil evaluasi kelayakan balok ditampilkan pada tabel 6 sebagai berikut:

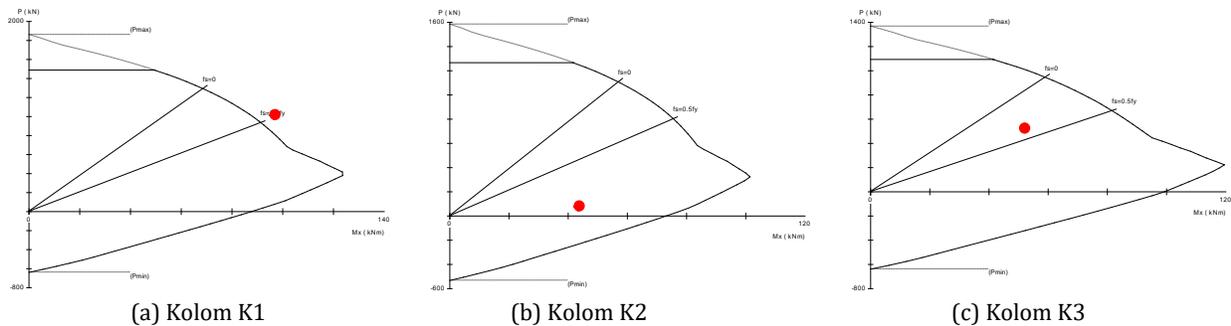
Tabel 6. Hasil Evaluasi Kelayakan Balok

Tipe Balok	Momen akibat beban ( $M_u$ )		Momen kapasitas ( $M_n$ )	Geser akibat beban ( $V_u$ )	Geser kapasitas ( $V_n$ )	Evaluasi Kelayakan Balok	
	Tumpuan	Lapangan				Terhadap momen	Terhadap geser
B1	182,82 kNm	132,17 kNm	100,61 kNm	131,42 kN	261,61 kN	Tidak aman	Aman
B2	27,63 kNm	18,67 kNm	49,62 kNm	23,19 kN	116,59 kN	Aman	Aman
B3	25,81 kNm	12,45 kNm	27,35 kNm	26,75 kN	90,81 kN	Aman	Aman

Dari tabel 6 di atas, balok B1 tidak aman terhadap momen sehingga memerlukan perkuatan struktur, namun masih aman terhadap geser. Sedangkan pada balok B2 dan B3 masih aman terhadap momen dan geser.

### 3.2. Evaluasi Kelayakan Kolom

Diagram interaksi kolom ditampilkan pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Diagram Interaksi Kolom

Dari gambar di atas, interaksi P-M pada kolom K1 berada di luar area kapasitas kolom, sehingga kolom tersebut memerlukan perkuatan struktur. Pada kolom tipe K2 dan K3 interaksi P-M berada di dalam area kapasitas kolom, sehingga kolom aman terhadap gaya aksial dan momen.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Kuat tekan beton hasil pengujian menunjukkan angka 21,65 MPa, yang mana masih di atas nilai yang dipersyaratkan SNI 2787:2019 (minimal 21 MPa untuk struktur SRPMK). Kuat tarik tulangan hasil pengujian menunjukkan angka 359 MPa untuk tulangan deform, dan 345 MPa untuk tulangan polos.
2. Dari hasil perhitungan perencanaan atap, diperlukan penampang CNP 125.50.20.3,2 untuk gording, dan kuda-kuda menggunakan WF 200.100.5,5.8.
3. Berdasarkan parameter respon spektra yang diperoleh dari situs web [rsa.ciptakarya.pu.go.id](http://rsa.ciptakarya.pu.go.id), struktur RS Lestari Medika Madiun tergolong ke dalam kategori desain seismik D, dan perlu diperhitungkan sebagai SRPMK.
4. Nilai momen kapasitas penampang pelat lantai di area A lebih kecil dibanding momen yang terjadi, sehingga diperlukan perkuatan tulangan. Pada area B dan C masih aman terhadap momen. Dari hasil tinjauan terhadap lendutan pada pelat, seluruh area pelat yang ditinjau memerlukan perkuatan.
5. Dari hasil evaluasi kelayakan pada balok, diperlukan perkuatan lentur pada balok tipe B1 di area tumpuan dan lapangan. Pada balok B2 dan B3 aman terhadap momen lentur. Dari hasil peninjauan terhadap geser, seluruh tipe balok tergolong aman terhadap geser.
6. Dari hasil evaluasi kelayakan kolom dengan menggunakan diagram interaksi, diperlukan perkuatan pada kolom tipe K1, sedangkan pada kolom K2 dan K3 masih aman terhadap gaya aksial dan momen.

7. Berdasarkan hasil evaluasi, struktur tidak layak dan memerlukan perkuatan pada komponen pelat, balok tipe B1 dan kolom tipe K1.

### **Saran**

1. Pada perencanaan atap, dapat digunakan penampang lain misalnya profil baja siku, namun struktur perlu dianalisis ulang guna memastikan kekuatannya.
2. Dalam hal perkuatan elemen struktur, dapat digunakan bahan *Fiber Reinforced Polymer* dengan tujuan untuk menambah kekuatan tarik elemen struktur.

### **5. UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Bahan Konstruksi Sipil Universitas Sebelas Maret, dan segenap Civitas Akademika Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Madiun atas dukungannya dalam penelitian ini.

### **6. REFERENSI**

- [1] Aminullah, "Uji Kekuatan Mutu Beton Terhadap Pengaruh Cuaca Pada Variasi Waktu Tertentu Dalam Perlakuan Pada Sampel Kubus Sisi 15 Cm" *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, vol. 3(2), pp. 196–208, Dec. 2020.
- [2] Nurhaliza, M. Nuklirullah, and F. F. Bahar, "Analisis Struktur Balok dan Pelat Lantai Akibat Alih Fungsi Bangunan (Studi Kasus : Gedung Rektorat Universitas Jambi)," *Fondasi:Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10(2), pp. 101–110, Nov. 2021.
- [3] D. Kurniawan, A. Nurhasanah Habirun, and A. Pratama, "Evaluasi Struktur Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat," *Rang Teknik Journal*, vol. 7, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.31869/rtj.v7i1.4985.
- [4] B. Abraham, F. D. Aditya, H. Indarto, and H. Wibowo, "Evaluasi Kekuatan Struktur Bangunan Hotel Elizabeth Semarang," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 9(3), no. 3, pp. 63–71, 2020.
- [5] F. Fauzan, D. Yarmawati, S. W. D. Sipayung, W. Kurniawan, and R. Adifa, "Assessment and retrofitting of nursing faculty building of Andalas University, Padang, Indonesia," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Dec. 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202133105014.
- [6] J. Taqwana and A. Nusantoro, "Evaluasi Perancangan Struktur Balok Dan Kolom Beton Bertulang Bangunan Gedung Evaluation Of The Design Of The Structure Of The Beams And Columns Of Reinforced Concrete Building," in *The 9th University Research Colloquium 2019*, Purworejo: Universitas Muhammadiyah Purworejo, 2019, pp. 95–102.
- [7] L. Enggartiasto, F. Mahmud, and K. W. Widiatmoko, "Evaluasi Tingkat Kelayakan Struktur Gedung Eksisting 8 Lantai Di Kota Semarang," vol. 18(1), no. 1, pp. 12–22, 2023, doi: 10.26623/teknika.v18i1.6469.
- [8] Z. Citra, P. Dwiyanto Wibowo, Y. Malinda, A. Wibisono, and R. Apdeni, "Evaluasi Mutu Beton dengan Core Drill Test Berdasarkan SNI 2847-2019 pada Struktur Kolom Bangunan Gedung Laboratorium," *CIVED : Journal of Civil Engineering and Vocational Education*, vol. 10(2), pp. 603–609, Jun. 2023, doi: 10.24036/cived.v10i2.122844.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, *SNI-2847-2019-Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta, 2019.

- [10] D. Prayogi, M. A. Jatoeb, and M. Nuklirullah, "Perencanaan Struktur Atap RS Bhayangkara Polda Jambi Dengan Mempergunakan Profil Baja IWF," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 53, Feb. 2021, doi: 10.33087/talentasipil.v4i1.49.
- [11] Badan Standardisasi Nasional, *SNI-1727-2020-Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta, 2020.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, *SNI-1726-2019-Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta, 2019.
- [13] R. K. Rohman, Rochidajah, L. Fatmawati, and A. Afrianto, *Perancangan Struktur Gedung*, 1st ed. Magetan: AE MEDIAGRAFIKA, 2023.
- [14] Antonius, *Perilaku Dasar dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019*, 1st ed. Semarang: UNISSULA PRESS, 2021.