



*Building. This review aims to determine whether the structural elements of beams and floor slabs are able to withstand the forces that occur due to changes in live loads acting on the building. The research method used is the evaluation method. The research was carried out by testing the quality of concrete using a hammer test, the result was 27.51 MPa, then modeling using the ETABS student version software and manual calculations based on SK SNI T 15-1991-03. The results of the analysis of the strength of the beam structure B1, B3 and floor slabs are able to withstand the working load due to changes in the live load that occur, but the B2 beam structure is unable to withstand the working load. This is evidenced by the results of the analysis and calculation of the beam must meet the requirements of the tensile strength of the beam  $\phi M_n \geq M_u$  with the result of beam B1 (374,154  $\geq$  319,756), beam B2 (204,583  $\leq$  344,126), beam B3 (179,048  $\geq$  32,813 and the terms of floor slab deflection  $\delta_{yang\ terjadi} < \delta_{ijin}$  (1,389 < 2,333).*

*Keywords: Structural analysis, building function transfer, beams, floor slabs, structural strength*

## 1. Pendahuluan

Analisis struktur merupakan serangkaian proses perhitungan untuk menentukan respon struktur akibat beban luar. Respon struktur dinyatakan dengan gaya-gaya yang terjadi didalam struktur (gaya dalam) dan deformasi yang dialami (Halim Sudirman, 2018). Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan mengenai infrastruktur bangunan gedung di Indonesia, kini terdapat banyak variasi struktur gedung yang muncul. Mulai dari mendirikan bangunan baru hingga mengalihfungsikan bangunan. Alih fungsi bangunan menyebabkan terjadinya perubahan pembebanan yang digunakan sehingga dalam hal ini diperlukan analisis struktur pada bangunan tersebut. Struktur balok dan pelat lantai yang memikul beban melebihi batas kemampuannya akan mengalami tekuk lokal dan mengakibatkan terjadinya retak pada struktur tersebut.

(Gautama, 2020) menjelaskan bahwa “analisis struktur balok sangat dibutuhkan untuk melihat gaya dalam yang terjadi berupa momen, geser dan normal”. penelitian yang dilakukan oleh (Haryanto et al., 2018) menjelaskan bahwa “analisis struktur pelat lantai sangat dibutuhkan karena dalam memikul beban yang bekerja pelat akan mengalami deformasi/lendutan”.

Gedung Rektorat Universitas Jambi menjadi studi kasus dalam alih fungsi bangunan menjadi Gedung Perpustakaan. Gedung Rektorat Universitas Jambi terdiri 3 lantai dengan luas bangunan yaitu sebesar 5022 m<sup>2</sup>

yang fungsinya sebagai Gedung Perkantoran. Alih fungsi bangunan menyebabkan terjadi perubahan pembebanan dari 250 kg/m<sup>2</sup> menjadi 400 kg/m<sup>2</sup> sehingga dibutuhkan evaluasi kekuatan struktur kondisi *existing*.

Dengan studi kasus yang terjadi terkait akan dilakukan alih fungsi gedung rektorat menjadi gedung perpustakaan maka perlu adanya analisis struktur balok dan pelat lantai guna untuk mengetahui kekuatan dari struktur dalam menahan beban tambahan akibat alih fungsi bangunan.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana kekuatan struktur balok dan pelat lantai akibat alih fungsi bangunan?

### Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan struktur balok dan pelat lantai akibat alih fungsi bangunan.

### Batasan Masalah

Pada penelitian yang dilakukan terdapat beberapa batasan masalah guna untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan yaitu sebagai berikut:

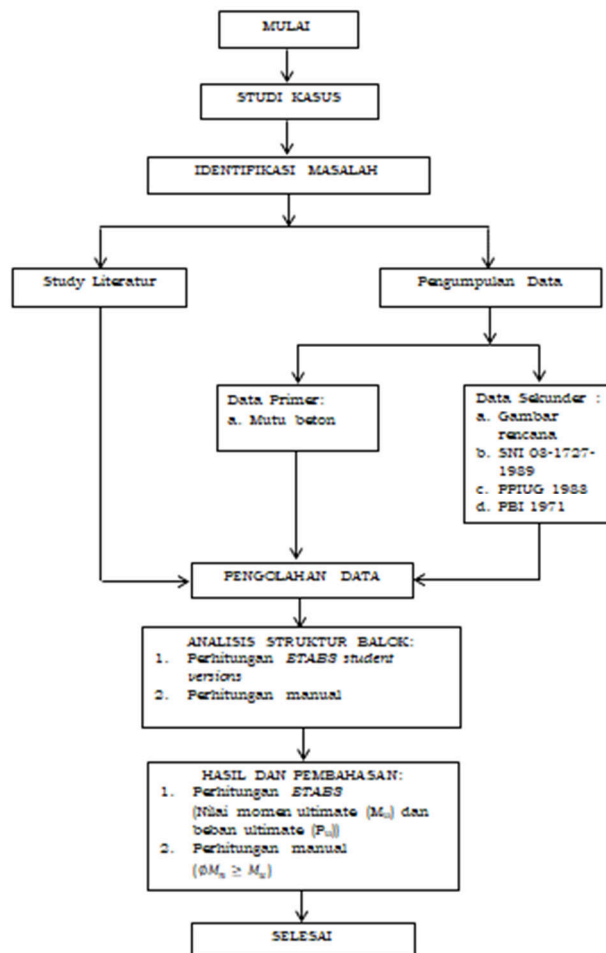
1. Bangunan 3 lantai

2. Membahas analisis struktur balok dan pelat lantai
3. Pembebanan yang digunakan yaitu beban hidup dan beban mati (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*) dan kombinasi pembebanan yaitu menggunakan pembebanan tetap SNI 03-1727-1989 (Nasional, 1989)
4. Analisis struktur dengan *software ETABS student version* dan perhitungan manual (SK SNI 15-1991-03, 1991)

sehingga dapat dilakukan analisis kekuatan struktur, terutama meninjau kekuatan struktur balok dan pelat lantai. Proses analisis berupa permodelan menggunakan *software ETABS* yang mengacu pada gambar rencana dan perhitungan manual berdasarkan SK SNI T 15-1991-03. Tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

**2. Metodologi Penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode studi kasus (evaluasi) yaitu mengetahui reaksi yang terjadi akibat beban yang bekerja



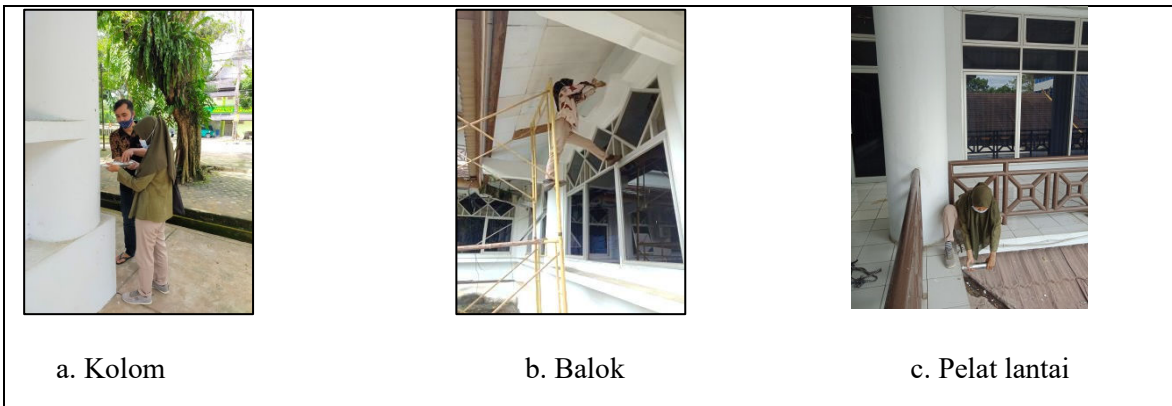
Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

**3. Hasil dan Pembahasan Analisis Kekuatan Struktur Balok**

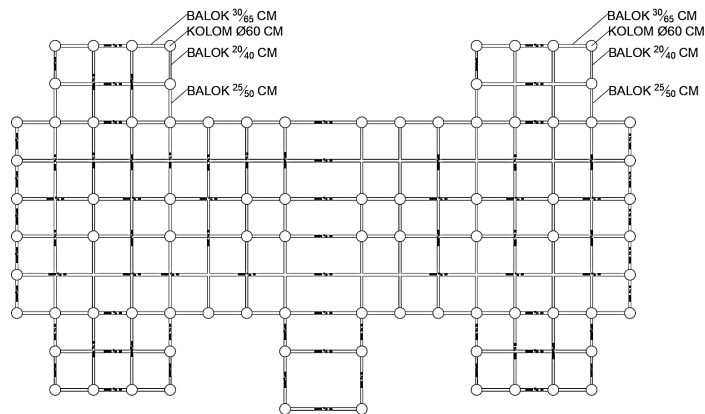
Hasil analisis secara langsung dengan mengumpulkan data dan informasi tentang

struktur Gedung Rektorat Universitas Jambi dapat dilihat pada gambar 2-4, dengan data-data yang diperoleh sebagai berikut:  
Fungsi Bangunan : Perpustakaan

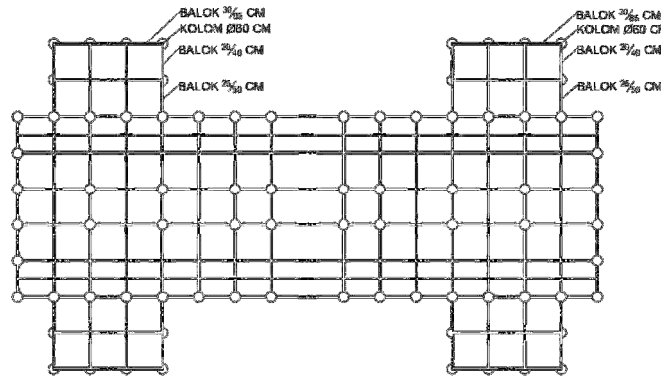
Jumlah Lantai	: 3 Lantai	1971 N.I. - 2, 1971) dengan faktor reduksi
Kolom	: K1 Ø 600 mm	sebesar 70%, maka diperoleh mutu beton
Balok	: B1 (30 x 65) cm	sebesar:
	B2 (52 x 50) cm	Kolom, balok, pelat : 27,51 Mpa
	B3 (20 x 40) cm	Mutu baja : 320 Mpa
Tebal pelat lantai	: 10 cm	Tebal selimut beton : 40 mm
Mutu beton hasil pengujian <i>hammer test</i> yang telah direduksi berdasarkan ketentuan (PBI		Modulus elastisitas : 24,651,488 Mpa



Gambar 2. Pengujian *hammer test*  
 Sumber : data penelitian 2021



Gambar 3. Denah balok lantai 2  
 Sumber : data penelitian 2021



Gambar 4. Denah balok lantai 3  
Sumber: data penelitian 2021

**Pembebanan**

Pembebanan yang digunakan pada penelitian ini adalah beban vertikal yaitu analisis terhadap beban mati dan beban hidup yang terjadi. Berdasarkan PPIUG (1983) “beban vertikal merupakan beban yang bekerja searah dengan gaya gravitasi”.

Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah pembebanan tetap mengacu pada SNI 03-1727-1989 yang mana dirincikan:

$$M + H$$

Dengan:

M = Beban mati

H = Beban Hidup

Dalam melakukan analisis struktur di-input terlebih dahulu data pembebanan, beban mati maupun beban hidup yang bekerja pada struktur bangunan. Beban mati dan beban hidup yang bekerja dapat dilihat pada tabel 1.

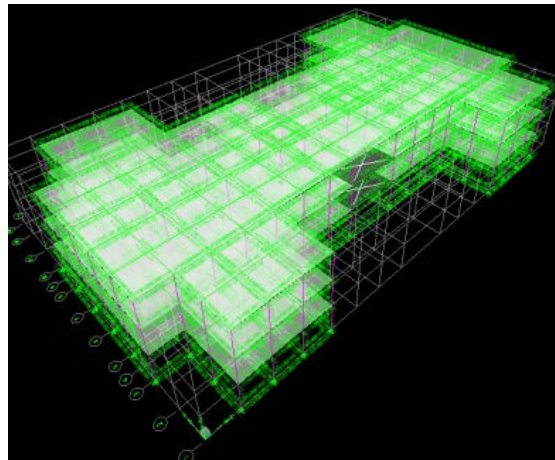
Tabel 1. Beban mati dan Beban Hidup

1. Beban Mati	2. Beban Hidup
a. Lantai 2 dan Lantai 3 Berat sendiri pelat = 240 kg/m <sup>2</sup> Keramik = 12 kg/m <sup>2</sup> Spesi = 42 kg/m <sup>2</sup> Plafond = 18 kg/m <sup>2</sup> Pasangan ½ bata = 250 kg/m <sup>2</sup> Plasteran = 21 kg/m <sup>2</sup>	a. Lantai 2 dan 3 Lantai perpustakaan = 400 kg/m <sup>2</sup> Reduksi 0,8 Jadi : Lantai perpustakaan = 320 kg/m <sup>2</sup>
b. Berat atap Berat sendiri atap = 50 kg/m <sup>2</sup> Plafond = 18 kg/m <sup>2</sup> Genangan air = 10 kg/m <sup>2</sup>	b. Atap = 100 kg/m <sup>2</sup>

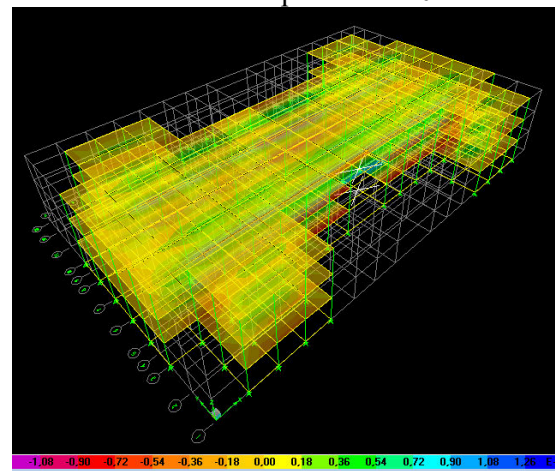
**Analisis Struktur menggunakan Software ETABS**

Analisis struktur menggunakan software ETABS student version menghasilkan nilai beban ultimate (Pu) dan momen ultimate (Mu) yang terjadi pada balok B1, B2 dan B3, serta mendapatkan nilai besarnya lendutan yang terjadi ( $\delta_{yang\ terjadi}$ ) pada pelat lantai 2 dan lantai 3. Pada gambar 5 dan 6 merupakan hasil

analisis yang telah dilakukan dan besarnya lendutan yang terjadi dan tabel 2 menunjukkan hasil nilai beban ultimate (Pu), momen ultimate (Mu) yang digunakan untuk mengecek kekuatan penampang balok dan besarnya lendutan yang terjadi untuk mengecek kekuatan pelat lantai.



Gambar 5. Hasil analisis struktur  
Sumber : data penelitian 2021



Gambar 6. Lendutan yang terjadi  
Sumber: data penelitian 2021

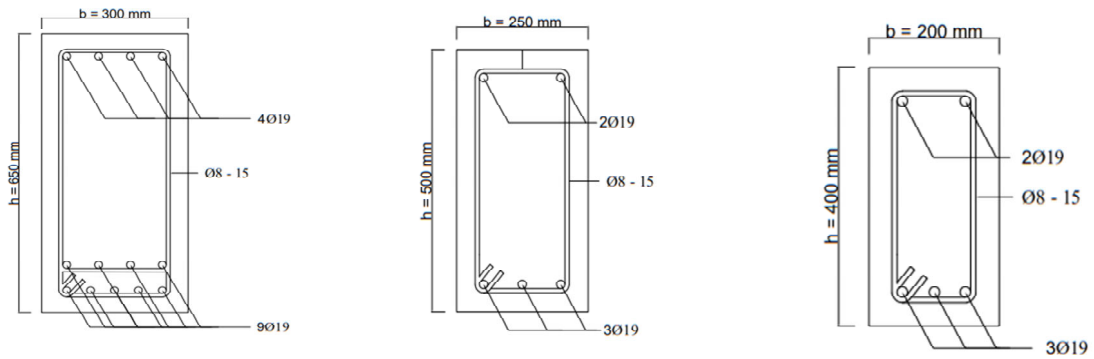
Tabel 2. Nilai Beban Ultimate ( $P_u$ ), Momen Ultimate ( $M_u$ ) dan Lendutan

Elemen Struktur	Keterangan		
	Beban Ultimate ( $P_u$ ) kN	Momen Ultimate ( $M_u$ ) kNm	Lendutan
Balok B1	18,76	319,756	
Balok B2	4,13	344,126	
Balok B3	0,65	32,813	
Pelat Lantai 2			1,389
Pelat lantai 3			1.389

**Analisis Kekuatan Penampang Balok**

Kekuatan penampang balok yang dihitung adalah kapasitas momen dari penampang balok tersebut. Perhitungan kekuatan penampang balok untuk semua jenis balok B1, B2 dan B3.

Adapun penulangan balok B1, B2 dan B3 dapat dilihat pada gambar 7:



(a) Dimensi Balok B1

(b) Dimensi Balok B2

(c) Dimensi Balok B3

Gambar 4. Dimensi Balok

**Kapasitas Penampang Balok B1, B2 dan B3**

Analisis kapasitas Penampang balok B1 dilakukan dengan perhitungan yang mengacu Tabel 3. Data Perhitungan

pada SK SNI T 15-1991-03, dengan data perhitungan disajikan pada tabel 3 berikut :

Komponen Struktur	Simbol	Data Perhitungan			Satuan
		B1	B2	B3	
Tinggi	h	600	500	400	mm
Lebar	b	300	250	200	mm
Tinggi efektif	d	560	460	360	mm
Selimit beton	d'	40	40	40	mm
Luas tulangan tarik	As	2778	851	851	mm <sup>2</sup>
Luas tulangan tekan	As'	1134	567	567	mm <sup>2</sup>
Mutu beton	f'c	27,51	27,51	27,51	Mpa
Mutu baja	fy	320	320	320	Mpa
Tinggi balok tegangan	a	74,993	62,81	70,22	mm
Tinggi garis netral	c	88,227	73,894	82,611	mm
Regangan leleh baja	εy	0,002	0,002	0,002	Mpa
Regangan tarik	εs	0,016	0,072	0,044	Mpa
Regangan tekan	εs'	0,002	-0,003	-0,002	Mpa
Tulangan talik	f's	327,974	275,210	309,482	Mpa
Momen nominal	Mn	467,693	255,729	223,810	kNm
Momen ultimate	Mu	319,756	344,126	32,813	kNm

**Cek Kekuatan Penampang Balok**

Cek kekuatan penampang balok harus memenuhi persyaratan :

$$\phi M_n \geq M_u$$

Dengan :

Ø : faktor reduksi

Mn : Kapasitas Penampang  
 Mu : momen yang bekerja

merupakan faktor reduksi kuat lentur untuk penampang terkendali tarik yaitu sebesar 0,8". Hasil cek kekuatan penampang balok tertuang pada tabel 4 berikut:

Berdasarkan SK SNI T 15-1991-03 pasal 3.2 ayat 3.2.3. menyatakan "nilai faktor reduksi ( $\phi$ )

Tabel 4. Cek kekuatan penampang balok B1, B2 dan B3

Elemen struktur	Momen	Hasil	Cek kekuatan	Keterangan
Balok B1	Momen nominal yang direduksi ( $\phi M_n$ )	374,154	$374,154 \geq -319,756$	Terpenuhi
	Momen ultimate ( $M_u$ )	319,756		
Balok B2	Momen nominal yang direduksi ( $\phi M_n$ )	204,583	$204,583 \leq -344,126$	Tidak terpenuhi
	Momen ultimate ( $M_u$ )	344,126		
Balok B3	Momen nominal yang direduksi ( $\phi M_n$ )	179,048	$179,048 \geq -32,813$	Terpenuhi
	Momen ultimate ( $M_u$ )	32,813		

Hasil analisis kekuatan penampang balok B1, B2 dan B3 memperoleh hasil yaitu balok B1 dan B3 mampu menahan beban-beban yang bekerja secara maksimal jika dilakukan alih fungsi gedung rektorat menjadi gedung perpustakaan dengan penambahan pembebanan sebesar 150 kg/m<sup>2</sup>. Hal ini dibuktikan dengan hasil cek kekuatan penampang balok telah memenuhi persyaratan yang ditentukan berdasarkan SK SNI T 15-1991-03 dan hasil analisis menggunakan *software ETABS* menunjukkan bahwa struktur aman ditandai dengan berwarna hijau.

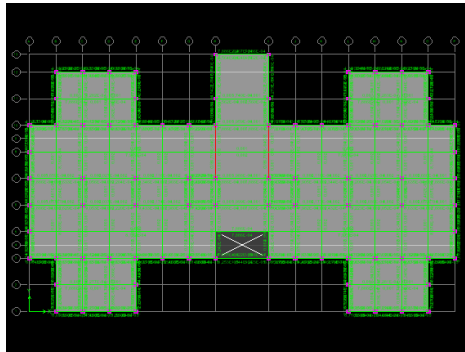
Lain halnya pada balok B2 tidak mampu menahan beban yang bekerja akibat alih fungsi bangunan dengan penambahan pembebanan sebesar 150 kg/m<sup>2</sup>. Balok B2 dikatakan tidak mampu ini di tandai dengan hasil perhitungan manual dan analisi menggunakan *software ETABS* pada balok B2 di lantai 2 dan lantai 3 terdapat 2 titik yang berwarna merah yang artinya *over strenght* (O/S). Selain penambahan pembebanan akibat alih fungsi bangunan balok

B2 O/S juga disebabkan oleh bentang balok yang cukup besar namun diikat oleh balok berdimensi kecil yang merupakan balok anak, sehingga mengakibatkan balok kelebihan beban (*over strenght*). Gambar 5-6 merupakan hasil analisis balok menggunakan *software ETABS*.

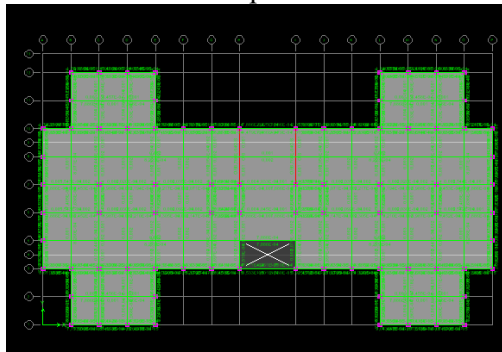
Penelitian yang dilakukan oleh (Aswin, 2010) menyatakan "*over strenght factor* merupakan nilai kekuatan lebih yang dihasilkan oleh elemen struktur beton bertulang akibat tercapainya kapasitas ultimate penampang yang dibandingkan terhadap kapasitas penampang saat leleh/sudah tercapainya kapasitas ultimate yang dibutuhkan".

Balok yang menumpu tidak disumbu kolom akan menimbulkan momen tambahan pada kolom tersebut, maka dihitung dengan reaksi perletakan balok yang tidak sentris terhadap kolom terlebih dahulu kemudian dijadikan momen sekunder (Indriyani & Nuklirullah, 2021).





Gambar 5. Plan view lantai 2  
Sumber: data penelitian 2021



Gambar 5. Plan view lantai 2  
Sumber: data penelitian 2021

**Cek Lendutan Pelat Lantai**

Lendutan akibat perubahan fungsi bangunan kemudian dicek apakah lendutan tersebut masih di dalam batas lendutan izin yang diatur oleh SK SNI T-15-1991-03. Besarnya lendutan yang terjadi pada pelat lantai 2 dan lantai 3 berdasarkan hasil analisis menggunakan *software ETABS Student Version* adalah sama yaitu sebesar  $1,248 \times 10^{-5}$ . Cek lendutan pelat lantai dirincikan sebagai berikut:

**Lendutan Lantai 2 dan Lantai 3**

$$\delta_{\text{yang terjadi}} = 1,389$$

$$L = 840 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$L/360 = 2,333 \text{ mm}$$

Jadi besarnya lendutan yang terjadi pada pelat lantai 2 dan lantai 3 adalah sebesar :

$$\delta_{\text{yang terjadi}} < \delta_{\text{ijin}}$$

$$1,389 < 2,333 \dots \text{Oke}$$

Dari hasil cek lendutan pelat lantai 2 dan lantai 3 memenuhi persyaratan cek lendutan berdasarkan SK SNI T 15-1991-03 akibat alih fungsi bangunan dengan penambahan pembebanan sebesar  $150 \text{ kg/m}^2$ . Hal ini ditandai dengan hasil lendutan yang terjadi (yang bekerja) itu lebih kecil dari lendutan yang diizinkan.

**4. Kesimpulan dan Saran**

**Kesimpulan**

Dari hasil analisis menggunakan *software ETABS Student Version* serta perhitungan manual dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil analisis *ETABS* dan perhitungan manual memperoleh nilai momen nominal ( $M_n$ ), momen ultimate ( $M_u$ ) dan besarnya lendutan yang terjadi pada pelat lantai yang digunakan untuk cek

- kekuatan penampang balok dan pelat lantai.
2. Hasil cek kekuatan penampang balok B1 adalah  $374,154 \geq 319,756$  (memenuhi syarat), balok B2 adalah  $204,583 \leq 344,126$  (tidak memenuhi syarat), balok B3 adalah  $179,048 \geq 32,813$  (memenuhi syarat) dan lendutan pelat lantai 2 dan lantai 3 adalah  $1,389 < 2,333$  (memenuhi syarat).
  3. Kekuatan struktur balok akibat alih fungsi bangunan untuk jenis balok B1, dan B3 masih mampu menahan beban-beban yang bekerja secara maksimal, untuk struktur balok B2 tidak mampu menahan penambahan pembebanan gedung perpustakaan dilihat dari struktur yang mengalami *over strength* (O/S) ditandai dengan warna merah pada elemen struktur balok dan perhitungan manual tidak memenuhi syarat penampang balok.
  4. Dari hasil cek kekuatan struktur balok dan pelat lantai gedung rektorat universitas jambi belu bisa dilakukan alih fungsi menjadi gedung perpustakaan melainkan dengan melakukan analisis ulang pada balok B2 yang mengalami *over strength* (O/S).

#### Saran

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Membahas topik tentang perkuatan struktur pada balok B2,
2. Melakukan pengujian dengan pembebanan langsung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aswin, M. (2010). NILAI OVER STRENGTH FACTOR PADA BALOK BETON BERTULANG YANG MENGGUNAKAN SERAT BENDRAT DAN TULANGAN BAJA YANG SUDAH MENGALAMI PEMBENGKOKAN (KAJIAN ANALITIS DAN EKSPERIMENTAL) Muhammad. *Rekayasa Struktur & Infrastruktur*, 4(1).
- [2] Gautama, A. R. (2020). Analisis Numerik Balok Lantai Dan Balok T Menggunakan Software Abaqus 6.13. *Skripsi UNNES*. <https://lib.unnes.ac.id/36234/>
- [3] Haryanto, G. S., Darma, E., & Prihesnanto, F. (2018). LENDUTAN PELAT LANTAI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS ISLAM " 45 " BEKASI FLOOR PLATES DEFLECTION OF A RECTORATE BUILDING AT ISLAMIC UNIVERSITY " 45 " BEKASI Besarnya Lendutan Yang Di Alami Oleh Struktur Tersebut . *Sistem Pengerjaan Yang Salah Struktur Mengal. Bentang*, 6(1), 1–43.
- [4] Indriyani, M., & Nuklirullah, M. (2021). Pengaruh Ketidaksesuaian Hubungan Balok Kolom Pada Perencanaan Dengan Pelaksanaan Di Lapangan The Effect Of Incompatibility Of Beam Placement At Colume-End On Design And Application In The Field. *Talenta Sipil*, 4(1), 30–37. <https://doi.org/10.33087/Talentsipil.V4i1.46>
- [5] Nasional, B. S. (1989). *Pedoman Pebeencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung SNI 03-1727-1989*.
- [6] PBI 1971 N.I. - 2. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I. - 2. In *Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan* (Vol. 7).
- [7] *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*. (1981). Stensil.
- [8] SK SNI 15-1991-03. (1991). Tata Cara Perhitungai Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. In *Dapartemen Pekerjaan Umum*.

