

# EVALUASI STRUKTUR GEDUNG PASCA SARJANA IAIN PALANGKA RAYA TERHADAP POTENSI GEMPA DI KOTA PALANGKA RAYA

## STRUCTURE EVALUATION OF IAIN PALANGKA RAYA POSTGRADUATE BUILDING ON POTENTIAL EARTHQUAKES IN PALANGKA RAYA CITY, CENTRAL KALIMANTAN

Dimas Septiawan<sup>1)</sup>, Noviyanthy Handayani<sup>2)</sup>, Norseta Ajie Saputra<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Study Programme of Master of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya  
Jl. RTA Milono Km 1,5 Palangka Raya, Kode Pos: 73112  
e-mail : dimashuseins7@gmail.com

<sup>2)</sup> Study Programme of Master of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya  
Jl. RTA Milono Km 1,5 Palangka Raya, 73112  
e-mail : vianthy84@yahoo.com

<sup>3)</sup> Study Programme of Master of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya  
Jl. RTA Milono Km 1,5 Palangka Raya, 73112  
e-mail : norseta.ajie@gmail.com

### ABSTRAK

Provinsi Kalimantan Tengah (Kabupaten Katingan) mengalami gempa dengan besar magnitudo 4,20 *Skala Richter* pada 12 Juli 2018. Berdasarkan fenomena tersebut, memberikan minat kepada saya untuk melakukan penelitian mengenai "Evaluasi Struktur Gedung Pasca Sarjana IAIN Palangka Raya Terhadap Potensi Gempa di Kota Palangka Raya - Kalimantan Tengah" menggunakan aplikasi atau perangkat lunak ETABS dan SAP2000 untuk menganalisa apakah bangunan tersebut telah mampu bertahan apabila diberikan potensi beban gempa. Parameter Perhitungan Gempa Running SAP2000 dan ETABS, yaitu sesuai dengan SNI 1727-2002 dan SNI 1727 2012 mengenai gempa. Pengaruh penambahan beban gempa berpengaruh terhadap kemampuan bangunan yang mana terjadi kegagalan struktur pada tulangan utama untuk B2, B5, B3 Ramp, K3, K4, dan K5, kegagalan geser terjadi pada B2, B5, B3 Ramp, K3, K4, dan K5. Rekapitulasi gaya momen pada penelitian ini, selisih nilai rata-rata balok yaitu 19,78% untuk tumpuan dan 17,22% untuk lapangan. Selisih nilai rata-rata kolom yaitu 17,64% untuk tumpuan dan 21,53% untuk lapangan. Rekapitulasi gaya lintang desain awal selisih nilai rata-rata gaya lintang balok/sloof yaitu 14,27% dan 18,78% untuk kolom. Rekapitulasi gaya normal desain awal selisih perhitungan terkecil desain awal 0,00% pada S2 dan selisih nilai rata-rata balok/sloof yaitu 67,87% dan 5,47% untuk selisih nilai rata-rata kolom.

**Kata Kunci: Potensi Gempa, Parameter Perhitungan Gempa, Kegagalan Struktur.**

### ABSTRACT

Central Kalimantan Province (Katingan Regency) experienced an earthquake with a magnitude of 4.20 Richter Scale on July 12, 2018. Based on these conditions and phenomena, it gave me interest to conduct research on "Structure Evaluation of Iain Palangka Raya Postgraduate Building On Potential Earthquakes In Palangka Raya City, Central Kalimantan" uses the ETABS and SAP2000 applications or software to analyze whether the building has been able to withstand the potential earthquake loads. Earthquake Calculation Parameters Running SAP2000 and ETABS, that is natural vibration time, Palangka Raya City in Central Kalimantan is in earthquake zone 1. Parameters for Earthquake Calculation Running SAP2000 and ETABS, which are in accordance with SNI 1727-2002 and SNI 1727 2012 regarding earthquakes. The effect of the addition of earthquake loads on the structure affects the building's capacity to support the gravitational force where structural failure occurs in the main reinforcement failures for B2, B5, B3 Ramp, K3, K4, and K5. shear failure occurs in B2, B5, B3 Ramp, K3, K4, and K5. Recap of the moment forces in this study, average deviation value of the beam is 19.78% for the support and 17.22% for the field. Average deviation value of the column is 17.64% for the pedestal and 21.53% for the field. The recap of the initial design shear forces of average deviation value of the beam/sloof is 14.27% and 18.78% for the column. Recap of the initial design normal force, the smallest deviation in the initial design calculation is 0.00% in S2 and average deviation value of the beam/sloof is 67.87% and 5.47% for average deviation value of the column.

**Keyword: Potential earthquake, Parameter calculation earthquake, Failure of structure .**

### PENDAHULUAN

Mempelajari dari peristiwa gempa yang terjadi di beberapa wilayah di Indonesia mulai 1 Januari 2021 tercatat bahwa telah terjadi sebanyak 77 kali gempa bumi di seluruh Indonesia yang mana beberapa memiliki besar magnitudo 6,2 Skala Richter dan 7,1 Skala Richter. Provinsi Kalimantan Timur sempat terjadi gempa dengan magnitudo 4,0 Skala Richter. Pada Provinsi Kalimantan Tengah (Kabupaten Katingan) dengan magnitudo 4,20 Skala Richter pada 12 Juli 2018. Melihat besarnya resiko ini sehingga perlu diperhitungkan bagi perencanaan infrastruktur atau bangunan di wilayah rawan gempa bahkan di wilayah bukan rawan gempa sekalipun untuk menghindari kerugian materi atau bahkan korban jiwa.

Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya telah melaksanakan pembangunan gedung pasca sarjana, pelaksanaan

pembangunan struktural gedung tersebut selesai tanpa ada masalah.

Berdasarkan kondisi dan fenomena tersebut, serta adanya penelitian sebelumnya yang membahas hal tersebut sehingga hal itu memberikan minat kepada saya untuk melakukan penelitian mengenai "Evaluasi Struktur Gedung Pasca Sarjana IAIN Palangka Raya Terhadap Potensi Gempa di Kota Palangka Raya - Kalimantan Tengah" menggunakan aplikasi atau perangkat lunak ETABS dan SAP2000 untuk menganalisa apakah bangunan tersebut telah mampu bertahan apabila diberikan potensi beban gempa apabila di kemudian hari mengalami peristiwa tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Aplikasi perhitungan struktur

Program SAP2000 merupakan salah satu software yang telah dikenal luas dalam dunia teknik sipil, terutama dalam mengatasi bidang masalah analisis struktural dan elemen hingga (finite elemen).

Program ETABS (Extended Three Dimensional Analysis Of Building Systems) adalah suatu program yang dipergunakan untuk melakukan analisis dan desain pada struktur gedung tingkat tinggi dengan konstruksi beton, baja, dan komposit dengan cepat dan tepat.

### Gaya – gaya dalam

Gaya dalam merupakan reaksi dari sebuah struktur atau elemen, yang diakibatkan adanya beban atau gaya dari luar, untuk menjaga keseimbangan struktur. Gaya dalam umumnya dikategorikan menjadi 3 bentuk, yaitu gaya momen dilambangkan dengan huruf M, gaya geser dilambangkan dengan huruf V, dan gaya normal dilambangkan dengan huruf H.

### Elemen struktur (kolom, sloof, balok)

Dalam sebuah struktur, komponen utama yang menopang serta menyalurkan sebuah beban menuju tanah adalah kolom, sloof dan balok. Kolom, Sloof, Balok, (SNI 2847 – 2013).

### Jarak antara tulangan dan selimut beton

jarak antar tulangan yang digunakan yaitu berdasarkan SNI 2847:2013.

### Tebal selimut beton

Tebal selimut beton minimum menurut SNI 2847 : 2013 yaitu, pelat dan dinding 20 mm, Balok dan kolom 40 mm, Beton yang berhubungan langsung dengan tanah atau cuaca = 50 mm.

### Pembebanan

Untuk Indonesia sendiri standar yang di gunakan untuk bangunan gedung memiliki standar sendiri yaitu SNI 1727:2018 tentang Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktural, dan SNI 1726 : 2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non-Gedung.

### Modulus elastisitas

Modulus elastisitas untuk tulangan nonprategang diizinkan diambil nilai sesuai: SNI 2847 – 2013.

### Parameter perhitungan running SAP2000 dan ETABS

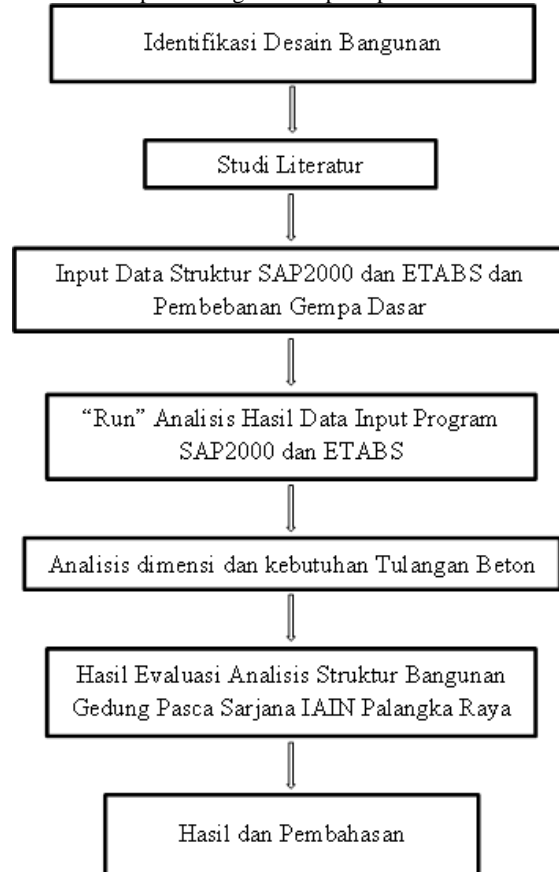
1. Waktu getar alami. SNI 1726 -2002
2. Perhitungan selisih kinerja batas layan arah-x dan arah-y, serta selisih kinerja batas ulimit arah-x dan arah-y. SNI 1726:2002.
3. Cek partisipasi rasio massa harus minimal 90% beban sesuai Pasal 7.9.1 mengenai Jumlah Ragam SNI 1726:2012.
4. Perhitungan beban gempa dasar dinamik > 80% beban gempa statik Pasal 7.1.3 mengenai nilai akhir respon dinamik SNI 1726:2002.

### Daya dukung tanah

Menganalisa daya dukung tanah dan pondasi menggunakan metode perhitungan bagemann dan mayehoff, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan Kapasitas Tiang Pancang Kelompok dan Efisiensi Kelompok Tiang Pancang.

## METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan diagram alir pada penelitian kali ini.



Gambar 1. Diagram Alir  
(Sumber: Penelitian 2021)

## ANALISA DATA DAN HASIL

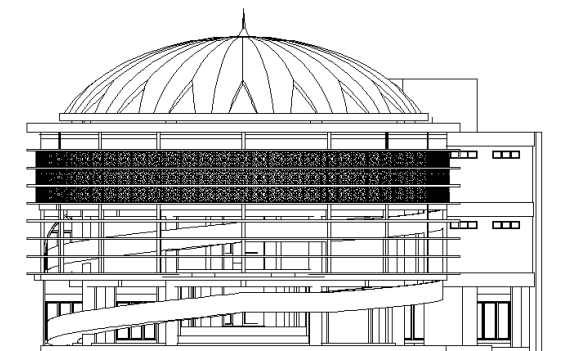
### Kriteria rencana

1. Spesifikasi Bangunan
2. Spesifikasi Bahan
3. Pembebanan

### Data pembebanan

1. Data Beban Mati
2. Data Beban Hidup

### Rencana bangunan



Gambar 2. Tampak depan  
(Sumber: Gambar Proyek 2020)

### Desain pada SAP2000

1. *Input* data kolom, balok, dan joint pada SAP2000.
2. *Input* data material
  - 1) Beton  $f_c' 19,3$  Mpa
  - 2) Tulangan *Longitudinal*
  - 3) Tulangan *Transversal*.
3. *Input define load pattern*
4. *Input* Kombinasi beban
5. *Input* data beban
6. *Running analysis*
  - 1) *Run analysis, mode shape*, waktu getar alami
7. *Output analysis*
  - 1) Reaksi perletakan
  - 2) Reaksi momen, lintang, dan normal
  - 3) Cek kemampuan dimensi menahan gaya.

### Desain pada ETABS

*Input* data kolom, balok, dan joint pada SAP2000.

1. *Input* data material
  - 1) Beton  $f_c' 19,3$  Mpa
  - 2) Tulangan *Longitudinal*
  - 3) Tulangan *Transversal*.
2. *Input define load pattern*
3. Kombinasi beban
4. *Input* data beban
5. *Running analysis*
  - 1) *Run analysis, mode shape*, waktu getar alami
6. *Output analysis*
  - 1) Reaksi perletakan
  - 2) Reaksi momen, lintang, dan normal
  - 3) Cek kemampuan dimensi menahan gaya.

### Desain pada SAP2000 (*redesign*)

Dimensi bangunan (*Redesain*) yang digunakan agar bangunan mampu bertahan pada saat terjadi gempa.

1. *Input* data material
  - 1) Beton  $f_c' 19,3$  MPa
  - 2) Tulangan *Longitudinal*
  - 3) Tulangan *Transversal*.
2. *Input define load pattern*
3. *Kombinasi beban*
4. *Input data beban*
5. *Running analysis*
  - 1) *Run analysis, mode shape*, waktu getar alami
  - 2) *Perhitungan beban gempa static manual*
  - 3) *Cek perhitungan beban gempa dinamik*
6. *Output analysis*
  - 1) Reaksi perletakan
  - 2) Reaksi momen, lintang, dan normal
  - 3) Cek kemampuan dimensi menahan gaya.

### Desain Pada ETABS (*redesign*)

Dimensi bangunan (*Redesain*) yang digunakan agar bangunan mampu bertahan pada saat terjadi gempa.

1. *Input* data material
  - 1) Beton  $f_c' 19,3$  MPa
  - 2) Tulangan *Longitudinal*
  - 3) Tulangan *Transversal*.
2. *Input define load pattern*
3. *Kombinasi beban*
4. *Input data beban*
5. *Running analysis*
  - 1) *Run analysis, mode shape*, waktu getar alami
  - 2) *Perhitungan beban gempa static manual*
  - 3) *Cek perhitungan beban gempa dinamik*

### 6. *Output analysis*

- 1) Reaksi perletakan
- 2) Reaksi momen, lintang, dan normal
- 3) Cek kemampuan dimensi menahan gaya.

### Hasil penelitian kolom, balok, sloof

#### 1. Desain Awal Bangunan

Syarat batas waktu getar alami saat analisa penampang penuh dalam SNI 1726-2002 untuk zona gempa wilayah I yaitu  $T1 < \zeta \times n$ , dengan nilai koefisien  $\zeta$  untuk zona gempa wilayah I yaitu sebesar 0.20

$T1$	$<$	$\zeta \times n$
0.8498	$<$	$0.20 \times 4$
0.8498	$>$	0.8000 (waktu getar alami tidak memenuhi), <i>Output</i> SAP2000
0.8548	$<$	$0.20 \times 4$
0.8548	$>$	0.8000 (waktu getar alami tidak memenuhi), <i>Output</i> ETABS

Selisih perhitungan momen terkecil desain awal 0,04% pada batang sloof S2 dan selisih terbesar 86,77% pada batang B3 Ramp. Selisih nilai rata-rata balok yaitu 19,78% untuk tumpuan dan 17,22% untuk lapangan. Selisih nilai rata-rata kolom yaitu 17,64% untuk tumpuan dan 21,53% untuk lapangan.

Rekapitulasi gaya lintang desain awal selisih perhitungan terkecil desain awal 0,92% pada batang sloof S2 dan selisih terbesar 60,68% pada B3 Ramp. Selisih nilai rata-rata balok/sloof yaitu 14,27% dan 18,78% untuk kolom.

Rekapitulasi gaya normal desain awal selisih perhitungan terkecil desain awal 0,00% pada S2 dan selisih terbesar 100% pada B3, B5, B5 Ramp, dan S1. Selisih nilai rata-rata balok/sloof yaitu 67,87% dan 5,47% untuk selisih nilai rata-rata kolom.

Terdapat kegagalan tulangan utama untuk B2, B5, B3 Ramp, K3, K4, dan K5. Kegagalan geser terjadi pada B2, B5, B3 Ramp, K3, K4, dan K5.

#### 2. Redesain Bangunan

$T1$	$<$	$\zeta \times n$
0.7306	$<$	$0.20 \times 4$
0.7306	$<$	0.8000 (waktu getar alami memenuhi), <i>Output</i> SAP2000
0.7038	$<$	$0.20 \times 4$
0.7038	$<$	0.8000 (waktu getar alami memenuhi), <i>Output</i> ETABS

Tidak diperlukan perubahan desain yang dapat meliputi mutu beton, atau mutu dan dimensi tulangan, serta dimensi penampang atau bahkan ketiga hal tersebut karena terpenuhinya syarat bangunan yang mampu bertahan pada saat terjadinya gempa.

Tabel 1. *Partisipating mass ratio* SAP2000 (redesain)

Mode	Period	SumUX	SumUY	SumUZ
1	0.7306	84.00	2.73	0.01
2	0.7187	86.00	87.00	0.01
3	0.5868	87.00	87.00	0.01
4	0.2589	89.00	92.00	0.02
5	0.2566	94.00	94.00	0.02
6	0.2174	95.00	94.00	0.02
7	0.1555	95.00	96.00	0.06
8	0.1500	97.00	97.00	0.08
9	0.1472	97.00	97.00	2.78
10	0.1405	97.00	97.00	4.00
11	0.1396	97.00	97.00	7.78
12	0.1368	97.00	97.00	13.00

(Sumber: Hasil Penelitian 2021)

Tabel 2. *Partisipating mass ratio* ETABS (redesain)

Mode	Period	SumUX	SumUY	SumUZ
1	0.7576	20.7815	65.1583	0.0000
2	0.7087	22.5931	69.6561	0.0000
3	0.5271	74.6488	84.1344	0.0000
4	0.3168	76.6742	91.9396	0.0000
5	0.2858	82.9547	92.6952	0.0000
6	0.2509	96.0840	97.4314	0.0000
7	0.1762	96.9529	98.8840	0.0000
8	0.1680	96.9530	98.8847	0.0000
9	0.1640	96.9533	98.9097	0.0000
10	0.1634	96.9537	98.9426	0.0000
11	0.1627	96.9551	98.9443	0.0000
12	0.1582	96.9676	98.9443	0.0000

(Sumber: Hasil Penelitian 2021)

Rasio partisipasi massa harus melebihi syarat minimum 90% yang telah ditetapkan pada SNI 1726 – 2012 Pasal 7.9.2.

Tabel 3. *Gaya geser dasar* SAP2000 (redesain)

Tipe Beban Gempa		X	Y	80% X	80% Y
Statik X	Statik X	-27.0629	-0.0003	-21.6503	-0.0002
Statik Y	Statik Y	-0.0001	-27.0630	-0.0001	-21.6504
Dinamik X	Dx	21.6507	8.4130		
Dinamik Y	Dy	10.3474	21.6508		

(Sumber: Hasil Penelitian 2021)

Tabel 4. *Gaya geser dasar* ETABS (redesain)

Tipe Beban Gempa		X	Y	80% X	80% Y
Statik X	Statik X	-6.5500	-1.0500	-5.2400	-0.8400
Statik Y	Statik Y	0.0300	-6.1500	0.0240	-4.9200
Dinamik X	Dx	45.79	24.83		
Dinamik Y	Dy	49.28	31.64		

(Sumber: Hasil Penelitian 2021)

Gaya geser dasar gempa dinamik sudah memenuhi dasar syarat > 80% gaya geser dasar gempa statik. Tahap selanjutnya bisa melanjutkan analisis gaya - gaya dalam untuk momen, lintang, dan normal.

Selisih perhitungan terkecil redesain 0.93% pada batang sloof S2 dan selisih terbesar 91,14% pada batang B3 Ramp. Selisih nilai rata-rata balok yaitu 19,78% untuk tumpuan dan 17,22% untuk lapangan. Selisih nilai rata-rata kolom yaitu 17,64% untuk tumpuan dan 21,53% untuk lapangan.

Rekapitulasi gaya lintang redesain selisih perhitungan terkecil desain awal 1,99% pada batang sloof S1 dan selisih terbesar 60,98% pada B3 Ramp. Selisih nilai rata-rata balok/sloof yaitu 11,86% dan 13,22% untuk kolom.

Rekapitulasi gaya normal redesain selisih perhitungan terkecil desain awal 0.00% pada S2 dan selisih terbesar 100% pada B3, B5, B5 Ramp, dan S1. Selisih nilai rata-rata balok/sloof yaitu 67,87% dan 5,47% untuk selisih nilai rata-rata kolom.

Diketahui seluruh elemen bangunan sudah memenuhi kemampuan untuk menahan gaya-gaya yang terjadi. Perbedaan jumlah luasan perlu tulangan utama antara SAP2000 dan ETABS terjadi pada kolom K4 dengan nilai 452,389 mm<sup>2</sup> dan 1134,11 mm<sup>2</sup>. Perbedaan luasan perlu tulangan geser terjadi pada kolom K5 dengan nilai 628,571 mm<sup>2</sup> pada SAP2000 dan 550,00 mm<sup>2</sup> pada ETABS.

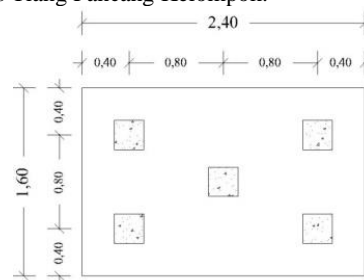
### Perhitungan desain pondasi

Analisis struktur dengan menggunakan program SAP2000 dan ETABS untuk menganalisis struktur bangunan yang diberikan pengaruh beban gempa yang mengakibatkan pengaruh terhadap desain pondasi.

SAP2000	:	182.365	ton
Etabs	:	202.789	ton
SAP2000 (re)	:	184.297	ton
Etabs (re)	:	208.740	ton

Digunakan perhitungan ETABS re-desain dengan beban terbesar yaitu, 208.740 ton untuk mendesain Pilecap.

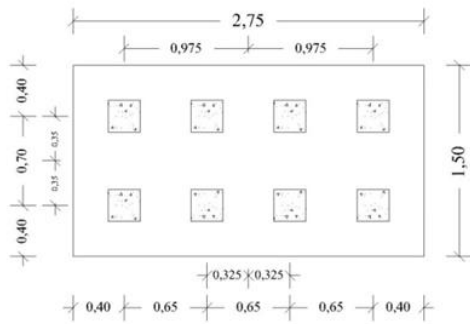
- Perhitungan kekuatan minipile, berdasarkan kekuatan beton 550.62 kN, berdasarkan uji sondir (Bagemann) 4862.72 kN, berdasarkan uji sondir (Mayerhof) 325.75 kN. Ambil daya dukung aksial terkecil yaitu,  $\phi P = 325,75$  kN
- Kapasitas Tiang Pancang Kelompok.



Gambar 3. Pondasi P1

m	=	3	batang
n	=	2	batang
s	=	0,80	m > 2.5D
d	=	0,25	m

$P_{max} > \phi P$ , 460,497 kN > 235,75 kN. Pondasi tidak mampu memenuhi pembebanan yang terjadi sehingga memerlukan perencanaan ulang pondasi.



Gambar 4. Pondasi P3 *redesign*

$$\begin{aligned} m &= 4 \text{ batang} \\ n &= 2 \text{ batang} \\ s &= 0,75 \text{ m} > 2,5D \\ d &= 0,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$P_{max} < \phi P$ , 287,866 kN < 325,75 kN. Pondasi telah mampu menahan beban yang terjadi pada bangunan sehingga digunakan pondasi dengan dimensi 2,75 × 1,50 × 0,8.

### 3. Efisiensi Kelompok Pondasi Tiang Pancang

$$E_g = 1 - \theta \left( \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \times m \times n} \right)$$

$$\theta = \text{Arc tan } (d/s) = 18,435^\circ$$

Jumlah jarak tiang (m) = 4,00 Btg

Juml. Tiang 1 baris (n) = 2,00 Btg

Ef. kelompok tiang ( $E_g$ ) = 0,74

### 4. Safety Faktor

Daya dukung kelompok tiang ( $Q_{ug}$ )  $Q_{ug} = Q_{ult} \times nP \times E_g = 864,4796 \text{ Ton}$

Safety faktor (SF) > 2.5

$(Q_{ug}/Q_{ult}) = 5.95 > 2.5 \rightarrow \text{Oke}$

## PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, diketahui bahwa dimensi beberapa elemen tidak mampu menahan beban yang terjadi, dan tidak memenuhi syarat waktu getar alami bangunan sehingga keseluruhan mutu bahan diubah dari 19,3 MPa menjadi 25,0 MPa dan beberapa elemen diubah ukuran dimensinya.

Setelah penambahan beban gempa, rentang nilai selisih hitungan SAP2000 dan ETABS memiliki nilai 0,93% - 91,14% untuk tulangan tumpuan dan 3,50% - 47,15% untuk tulangan lapangan. Nilai rata-rata 18,08% dan 15,30% untuk tulangan tumpuan dan lapangan balok redesain. Untuk rentang nilai selisih hitungan dari 0,26% - 14,07% untuk tulangan tumpuan kolom dan 3,30% - 31,38% untuk tulangan lapangan kolom. Nilai rata-rata 5,89% dan 14,61% untuk tulangan tumpuan kolom pada redesain.

Setelah diberikan beban gempa, simpangan (displacement) pada tiap lantai terbesar perhitungan SAP2000 arah-x 0.0109 m dan arah-y 0.0111 m. Simpangan (displacement) terbesar perhitungan ETABS arah-x 0.0021 m dan arah-y 0.0022 m.

### Rekapitulasi Penelitian

Pada desain awal terjadi kegagalan saat pemodelan struktur yang mana kegagalan terdapat pada B3, B5, B3 Ramp, serta kolom K3, K4, dan K5.

Desain ulang yang digunakan yaitu perubahan mutu pada beton dari 19,3 MPa menjadi 25,0 MPa. Perubahan dimensi terjadi pada B5 (20/30) menjadi B5 (20/35), K3 (20/20) menjadi K5 (25/25), K4 (25/25) menjadi K4 (30/30), dan K5 (D35) menjadi K5 (D45).

Pembebanan aksial maksimal terdapat perbedaan dari desain awal 152,52 ton. Beban aksial yg didapat dari perhitungan SAP2000 sebesar 184,2967 ton, dan sebesar 208,7400 ton untuk

ETABS. Terjadi perubahan dimensi pondasi Pilecap yang semula berdimensi 2,4 × 1,6 × 1,2 dengan minipile 5 batang, menjadi 2,8 × 1,5 × 1,2 dengan minipile sebanyak 8 batang agar mampu menahan beban yang dialami.

## KESIMPULAN

Hasil analisa perhitungan pada SAP2000 didapatkan gaya momen, lintang, dan normal berturut-turut pada masing masing elemen batang yaitu (terlampir)

Pengaruh penambahan beban gempa pada struktur berpengaruh terhadap kapasitas kemampuan bangunan dalam menopang gaya gravitasi yang mana terjadi kegagalan struktur pada terdapat kegagalan tulangan utama untuk B2, B5, B3 Ramp, K3, K4, dan K5, kegagalan geser terjadi pada B2, B5, B3 Ramp, K3, K4, dan K5. Pengaruh penambahan beban gempa juga menunjukkan kegagalan waktu getar alami saat melakukan satu kali getaran penuh, 0.8498 detik > 0.8000 detik (SAP2000) dan 0.8548 detik > 0.8000 detik (ETABS).

Rekapitulasi gaya momen, lintang dan normal pada penelitian ini yaitu (terlampir)

## SARAN

Perbedaan hasil *output* gaya-gaya dalam pada SAP2000 dan ETABS dapat di akibatkan oleh faktor *Human Error* seperti kesalahan dalam menginput sehingga untuk kedepannya di perlukan adanya studi yang membandingkan hasil analisis dengan perhitungan secara manual.

Beban - beban yang bekerja pada bangunan, untuk kedepanya dapat dikaji ulang dengan menggunakan metode yang berbeda.

Diperlukan kajian terhadap analisa plat lantai agar menyempurkan penelitian ini sehingga analisa yang ada menjadi utuh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeswastoto, H., dkk (2017) "Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Berdasarkan ASCE 41-13". Jurnal Teknik Sipil Siklus, Vol. 3, No. 2. Universitas Riau. Riau. <https://docplayer.info/63602771-Evaluasi-kerentanan-bangunan-gedung-terhadap-gempa-bumi-berdasarkan-asce-41-13.html> diakses pada 5 maret 2021
- Mukhlis A. (2016). "Perbandingan Perencanaan Portal Baja Dengan SAP2000 dan ETABS" Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar ISSN : 2477 – 5258. Universitas Ubudiyah Indonesia. Kota Banda Aceh. <https://docplayer.info/166243077-Perbandingan-perencanaan-portal-baja-dengan-sap2000-dan-etabs.html> diakses pada 4 maret 2021
- Priyono, Aris, dkk. (2014). "Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Dengan analisis Respons Spektrum di tinjau Pada drift Dan Displacement Menggunakan Software ETABS". e-Jurnal Matriks Teknik Sipil/September 2014/534. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/download/37405/24634> diakses pada 10 maret 2021.
- SNI 1726:2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung
- SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- SNI 1727:2018 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- SNI 1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
- SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

- Sundari, Titin., dkk. (2020). "Analisis Statik Beban Gempa Pada Perencanaan Struktur Gedung Rektorat Unhasy Tebuireng Jombang". *Rekayasa Sipil /Volume 14, No.3 – 2020* ISSN 1978 – 5658. Universitas Hasyim Asy'Ari Tebuireng. Jombang. [rekayasasipil.ub.ac.id](http://rekayasasipil.ub.ac.id) diakses pada 5 maret 2021.
- Tjitradi, Darmansyah., dkk. (2019). "Potensi Gempa Terhadap Struktur Bangunan Panggung di Lahan Basah Kalimantan Selatan". [https://www.researchgate.net/publication/339432111\\_Potensi\\_Gempa\\_Terhadap\\_Struktur\\_Bangunan\\_Panggung\\_di\\_Lahan\\_Basah\\_Kalimantan\\_Selatan](https://www.researchgate.net/publication/339432111_Potensi_Gempa_Terhadap_Struktur_Bangunan_Panggung_di_Lahan_Basah_Kalimantan_Selatan) diakses pada 3 Maret 2021.