

Contents list available at [journal.uib.ac.id](https://journal.uib.ac.id)**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

## Asesmen Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh (Assessment of the Multipurpose Building of Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh)

Astuti Masdar<sup>1</sup>, Zuly Nelriska Wati<sup>2</sup>, Umar Khatab<sup>3</sup>, Anita Dewi Masdar<sup>4</sup>, Noviarti<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh

Email korespondensi: [astuti\\_masdar@yahoo.com](mailto:astuti_masdar@yahoo.com)

**INFO ARTIKEL****ABSTRAK****Kata kunci :**

Bangunan,  
kerusakan,  
asesmen, visual,  
teknikal

Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh direncanakan mempunyai 3 lantai dengan fungsi yang berbeda pada masing-masing lantainya. Pada kondisi *existing* bangunan ini masih terdiri dari 2 lantai dengan fungsi lantai 1 sebagai Laboratorium Teknik Sipil dan lantai 2 sebagai aula. Pembangunan dilakukan secara bertahap dan ada perubahan pada fungsi bangunannya sehingga sebelum melanjutkan pembangunan perlu dilakukan asesmen untuk mengetahui dampak pengalihfungsian bangunan terhadap kelayakan struktur gedung serba guna tersebut. Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah metode kuantitatif melalui asesmen secara visual dan asesmen secara teknikal menggunakan peralatan pengujian. Berdasarkan hasil asesmen secara visual diketahui kategori kerusakan yang terjadi yaitu kerusakan struktural dan non struktural. Kerusakan kategori II (ringan) struktural yang terjadi yaitu retak halus di beberapa bagian balok, selanjutnya kerusakan kategori I (ringan) non struktural yang terjadi yaitu, adanya retak halus di beberapa bagian dinding dan adanya noda di beberapa bagian dinding. Dari hasil asesmen secara teknikal yaitu hasil sondir didapatkan kedalaman tanah keras berada dikedalaman 6,8 meter, sedangkan dari hasil *Hammer Test* didapatkan kuat tekan rata-rata untuk komponen struktur kolom, balok dan pelat masing masing adalah  $f_c' = 20,3$  MPa,  $f_c' = 20,7$  MPa dan  $f_c' = 23,2$  MPa. Hasil analisis kapasitas bangunan menunjukkan bahwa pembangunan tidak dapat dilanjutkan menjadi 3 lantai mengingat beban bangunan untuk kondisi 3 lantai melebihi kapasitas struktur pada kondisi existing.

**ARTICLE INFO****ABSTRACT****Keywords:**

Building, damage,  
assessment, visual,  
technical

*Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh multi-purpose building is planned to have 3 floors with different functions on each floor. In the existing conditions this building still consists of 2 floors with the function of the 1st floor as a Civil Engineering Laboratory and the 2nd floor as a hall. The construction is carried out in stages and there are changes to the function of the building so that before continuing construction it is necessary to carry out an assessment to determine the impact of the conversion of the building on the feasibility of the multi-purpose building structure. The method used in this research is a quantitative method through visual assessment and technical assessment using testing equipment. Based on the results of the visual assessment, it was known that the categories of damage that occurred were structural and non-structural damage. Structural category II (minor) damage that occurs, namely fine cracks in several parts of the beam and stains on several beams, then non-structural*

---

*Sek category I (minor) damage that occurs, namely, fine cracks in several parts of the wall and stains in several parts of the wall. From the results of the technical assessment, namely the sondir results obtained the depth of hard soil is at a depth of 7 meters, while from the results of the Hammer Test obtained the average compressive strength for the structural components of the columns, beams and plates are  $f_c' = 20.3$  MPa,  $f_c' = 20.7$  MPa and  $f_c' = 23.2$  MPa respectively. The results of the building capacity analysis show that the construction cannot be continued to 3 floors considering that the building load for the 3-story condition exceeds the ability of the building capacity in the existing condition.*

---

## 1. Pendahuluan

Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh merupakan perguruan tinggi teknologi yang berada di Kota Payakumbuh. Seriring dengan pertambahan jumlah mahasiswa di Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh, maka kebutuhan akan prasarana untuk menunjang proses pembelajaran semakin meningkat pula. Salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan prasarana untuk menunjang proses pembelajaran adalah gedung serbaguna dengan berbagai macam fungsi. Gedung Serbaguna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh direncanakan terdiri dari 3 lantai. Pada kondisi existing, bangunan serba guna yang direncanakan masih terdiri dari 2 lantai dengan fungsi lantai 1 adalah sebagai bangunan Laboratorium Teknik Sipil dan lantai 2 adalah bangunan aula. Bangunan serta guna ini telah dibangun semenjak Tahun 2015 dan pada Tahun 2023 ini direncanakan untuk melanjutkan pembangunan lantai 3 dengan fungsi sebagai ruangan kelas baru. Untuk melanjutkan pembangunan diperlukan kajian untuk mengetahui kapasitas bangunan existing baik secara struktural maupun non struktural. Penelitian terkait dengan kajian terhadap penambahan lantai bangunan telah dilakukan oleh oleh Rifaldo, et al [1] pada Bangunan Kaliban School Batam menyimpulkan bahwa bangunan tersebut tidak layak sehingga diperlukan desain ulang. Pada Bangunan Kaliban School direkomendasikan untuk mengubah rancangan desain struktur dan rencana perkuatan pada bangunan agar dapat digunakan sesuai dengan fungsi bangunan yang direncanakan. Beberapa peneliti lainnya juga telah melakukan kajian terkait kajian kelayakan struktur terhadap penambahan tingkat bangunan [2], [3] dan [4].

Kajian terhadap kelayakan struktur juga perlu dilakukan pada bangunan existing pasca gempa. Kajian ini dilakukan dengan tahapan asesmen secara visual maupun secara teknikal seperti yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya [5], [6], [7] dan [8]. Selain bangunan existing pasca gempa, kajian kelayakan struktur bangunan akibat bencana lainnya juga perlu dilakukan. Hidayati, et al [9] melakukan kajian terkait penilaian kelayakan struktur gedung beton bertulang pasca kebakaran. Hasil evaluasi menunjukkan perkuatan perlu dilakukan pada komponen struktur kolom yang mengalami kerusakan sebesar 31% dan kerusakan struktur pada komponen struktur balok adalah 32%. Perkuatan dilakukan pada bangunan tersebut dengan penambahan bracing baja dan CFRP yang dililitkan pada elemen struktur.

Bangunan pasca bencana baik gempa bumi, banjir, angin topan/badai/putting beliung dan bencana kebakaran banyak mengalami kerusakan dan kemunduran kapasitas struktur bangunan. Penilaian terhadap kelayakan struktur bangunan diperlukan untuk memastikan bahwa bangunan masih andal dan juga sebagai upaya untuk mengurangi resiko terhadap kegagalan bangunan. Setelah penilaian terhadap kelayakan bangunan dilakukan, diperlukan tahapan lanjutan yang merupakan tahapan yang sangat penting agar bangunan existing dapat berfungsi dengan baik. Tindakan yang dilakukan pada bangunan dapat dilakukan baik tindakan perbaikan maupun perkuatan bangunan, sebagaimana yang telah direkomendasikan pada beberapa penelitian berikut [10], [11], [12], [13], [14]

dan [15]. Selain rekomendasi perkuatan dengan telah disampaikan pada penelitian [10], [11], [12], [13], [14] dan [15], perkuatan bangunan dapat juga dilakukan dengan cara menambahkan dinding geser pada bangunan gedung [16]. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti, bertujuan untuk mengetahui kelayakan struktur Bangunan Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh melalui asesmen visual dan asesmen teknis yang dianalisis sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam mengambil kebijakan untuk melanjutkan pembangunan Gedung Serba Guna sebagai upaya pengurangan resiko terhadap bencana akibat dari kegagalan struktur bangunan.

## 2. Tinjauan Pustaka

Asesmen pada bangunan diperlukan sebagai bahan acuan dalam mengambil pertimbangan terkait kelayakan sebuah bangunan. Asesmen bangunan dilakukan dengan metode pengamatan secara visual (*Visual Assessment*) dan secara teknis (*Technical Assessment*) untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada bangunan dalam kondisi existing. Menurut Rohmat, 2020 [17] beberapa faktor yang mempengaruhi kerusakan pada bangunan adalah faktor usia bangunan, kondisi tanah dan air tanah, faktor angin, gempa, kualitas bahan, kualitas perencanaan, kesalahan perencana serta faktor perubahan fungsi dan bentuk bangunan. Dampak dari perubahan fungsi bangunan adalah terjadi perubahan pada struktur bangunan terutama perubahan pada beban hidup yang diterima oleh bangunan tersebut. Definisi beban hidup pada SNI 1727-2020 [18] adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkaran, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir atau beban mati.

### 2.1 Kerusakan dan Perbaikan pada Bangunan

Kategori kerusakan bangunan berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa Tahun 2006 adalah kategori I (ringan) non struktur, Kategori II (ringan) struktur, Kategori III (sedang), Kategori IV (berat) dan Kategori V (total). Berbagai jenis kerusakan dapat terjadi pada bangunan diantaranya Retak (*Cracks*), beton berlubang (*Voids*), pengelupasan selimut beton (*Spalling*), noda, pengikisan dan korosi. Retrofitting perlu dilakukan pada bangunan yang mengalami kerusakan tersebut. Retrofitting disini merupakan tindakan yang dilakukan pada bangunan yang dapat berupa perbaikan, restorasi dan perkuatan [19]. Perbaikan pada bangunan dilakukan sebagai upaya untuk mengembalikan atau meningkatkan penampilan arsitektur bangunan yang mengalami kerusakan sehingga semua perlengkapan dan peralatan pada bangunan dapat berfungsi dengan baik kembali. Sementara itu untuk meningkatkan kekuatan struktur sehingga bangunan dapat memikul beban yang lebih besar dari pada kemampuan sebelumnya tindakan yang dilakukan pada bangunan adalah berupa perkuatan bangunan. Sedangkan restorasi dilakukan dengan tujuan untuk mengembalikan, memulihkan, memperbaiki kondisi bangunan yang mengalami kerusakan kepada kondisi sebelumnya.

### 2.2. Standar dan Peraturan yang Digunakan pada Bangunan Gedung

Perancangan bangunan gedung harus didasarkan pada standar dan peraturan yang berlaku agar hasil yang didapatkan dalam perancangan untuk menjadikan menjadi kuat sesuai denganyang diharapkan. Adapun standar dan peraturan yang digunakan untuk bangunggedung diantaranya adalah sebagai berikut:

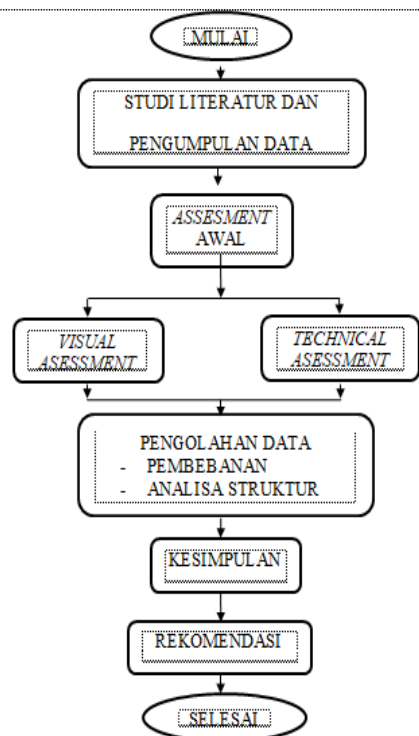
1. SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non gedung [20]
2. SNI 2052-2017 tentang Baja Tulangan Beton [21]
3. SNI 2847- 2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan [18]
4. SNI 1727- 2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Sruktur Lain [22]

5. PPUG 1983 tentang Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung [23]
6. Pedoman Teknik bangunan tahan Gempa 2006 [24]

### 3. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah metode kuantitatif dengan tiga tahapan. Tahapan pertama adalah asesmen secara visual untuk mengetahui kondisi bangunan secara langsung, tahapan kedua adalah asesmen secara teknis menggunakan peralatan pengujian dan tahapan ketiga merupakan analisis berdasarkan hasil asesment secara visual dan asesmen secara teknis. Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh ini berlokasi di Jalan Khatib Sulaiman, Sawah Padang, Payakumbuh Selatan, Kota Payakumbuh.

Peralatan yang digunakan untuk asesmen secara teknis adalah meteran, jangka sorong, palu beton (*Hammer*) dan sondir. Peralatan *hammer test* yang digunakan untuk pengujian adalah palu beton dengan tipe Analog Serial 2P0998 sedangkan peralatan sondir yang digunakan berkapasitas 5 Ton. Tahapan analisis kelayakan struktur bangunan, dilakukan dengan mengikuti bagan alir (*flowchart*) seperti yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alur untuk Tahapan Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Visual Assessment

Kerusakan bangunan yang diketahui berdasarkan hasil pengamatan secara visual pada Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh adalah sebagai berikut:

1. Retak pada dinding
2. Retak pada bagian balok
3. Noda
4. Retakan pada teras belakang gedung.

Kondisi kerusakan pada bangunan Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh existing secara visual relatif lebih kecil yaitu pada kategori rusak ringan sebagaimana hasil asesmen pada bangunan lainnya seperti Gedung Johar Shopping Center Semarang [25].

#### 4.2 Technical Assessment

Asesmen secara teknis yang dilakukan pada Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh ini adalah pengujian menggunakan alat *Hammer Test* dan Alat Sondir. Pengujian menggunakan alat *Hammer Test* disajikan pada Gambar 2 sedangkan hasil analisis pengujian *Hammer Test* disajikan pada Tabel 1.



Gambar 2. Pengujian menggunakan alat *Hammer Test* pada komponen struktur (a) Kolom (b) balok dan (c) Pelat lantai

Tabel 1 Hasil Analisis Pengujian *Hammer Test*

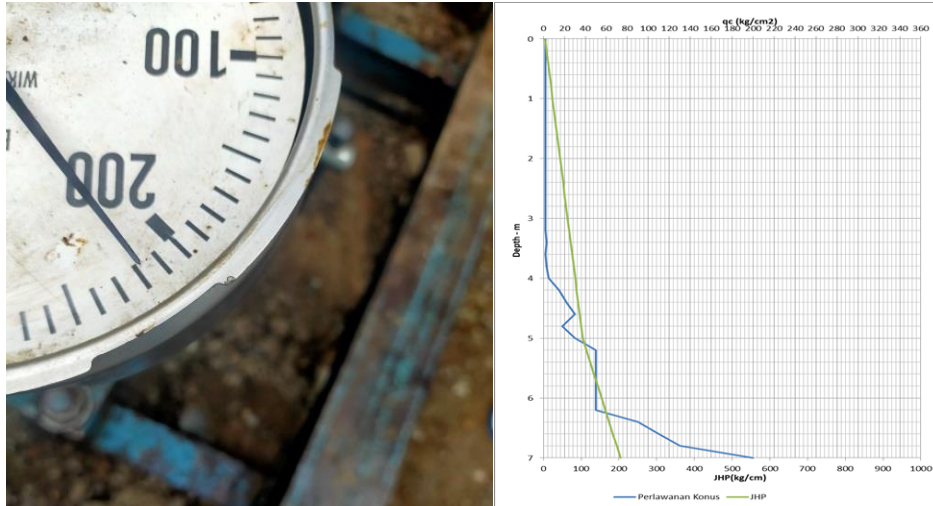
No.	Komponen struktur	Kuat Tekan rata-rata (N/mm <sup>2</sup> )
1	Kolom	20,3
2	Balok	20,7
3	Pelat	23,2

Sumber: Hasil analisis

Hasil analisis terhadap kuat tekan komponen struktur Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata kolom, balok dan pelat masing-masing adalah 20,3 N/mm<sup>2</sup>, 20,7 N/mm<sup>2</sup> dan 23,2 N/mm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan yang didapatkan dari hasil pengujian *hammer test* ini digunakan dalam analisis selanjutnya guna mengetahui kapasitas penampang pada bangunan.

#### 4.3 Hasil Pengolahan Data Sondir

Setelah melakukan penyelidikan lapangan dengan alat sondir didapatkan nilai tahanan ujung qc sebesar 180 kg/cm<sup>2</sup> dan 200 kg/cm<sup>2</sup> yang berada pada kedalaman adalah 6,8 m dan 7 m sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian sondir (a) Bacaan Dial (b) Grafik Hasil Sondir

#### 4.4 Kategori Kerusakan Bangunan

Berdasarkan hasil dari asesmen yang dilakukan pada Gedung Serba Guna Tinggi Sekolah Teknologi Payakumbuh terdapat kategori kerusakan non struktural dan kerusakan struktural sebagaimana disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Dokumentasi kerusakan pada bangunan disajikan pada Gambar 4.

Tabel 2. Kategori Kerusakan Bangunan (Non Struktural)

Kategori	Kerusakan
Rusak ringan	Retak pada dinding yang disajikan pada Gambar 3 dengan lebar retakan yang terjadi kecil dari 0,075 cm.
Rusak Sedang	Retak pada bagian lantai teras belakang, retakan yang terjadi berukuran sekitar 3 cm, yang disebabkan oleh penurunan tanah timbunan di tepi teras.
Noda	Terdapat noda pada beberapa bagian dinding.

Tabel 3. Katergori Kerusakan Struktural

Kategori	Kerusakan
Rusak ringan	Retak vertikal pada balok yang disajikan pada Gambar 4 dengan lebar dari retak tersebut kurang dari 0,075 cm.



(a)

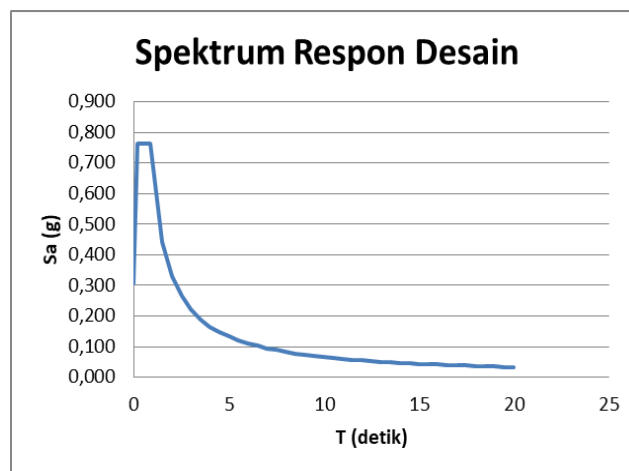


(b)

Gambar 4. Kerusakan pada bangunan (a) Non struktural (b) Struktural

#### 4.5 Pemodelan Struktur Berdasarkan Kondisi Existing

Pemodelan pada struktur Gedung Serba Guna Tinggi Sekolah Teknologi Payakumbuh terhadap beban vertikal menggunakan sistem pelat, balok dan kolom sebagai penahan beban lateral. Sesuai sistem Struktur yang digunakan maka diperoleh parameter R, Cd dan Ω0 yang didapatkan berdasarkan berdasarkan SNI 1726 2019 masing-masing adalah R = 8, Cd = 5 ½ dan Ω0 = 3 dengan respon kurva Spektrum Respon Desain disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Spektrum Respons Desain

Berdasarkan kondisi existing diketahui bahwa Gedung Serba Guna Tinggi Sekolah Teknologi Payakumbuh menggunakan pondasi sumuran dengan diameter pondasi sebesar 100 cm dan kedalaman pondasi pada kedalaman 500 cm dengan nilai qc sebesar 32 kg/cm<sup>2</sup> (kedalaman 5 Meter dari hasil sondir). Adapun perhitungan gaya total yang dipikul oleh pondasi adalah sebagai berikut.

Pu (titik 20)	= 68958,47 kg	= 68,959 ton
Berat pilecap	= 1,2 m x 1,2 m x 0,4 m x 2,4 t/m <sup>3</sup>	= 1,382 ton
Berat sloof	= 0,3 m x 0,4 m x 3 m x 2,4 t/m <sup>3</sup>	= 0,864 ton
<u>Berat batu bata</u>	<u>= 4,2 m x 3 m x 0,25 t/m<sup>3</sup></u>	<u>= 3,15 ton</u>
Ptotal		= 74,3545 ton

Sedangkan analisis terkait dengan tegangan yang terjadi pada pondasi adalah sebagai berikut:

$$\sigma \geq \frac{P}{A}$$

$$32 \text{ kg/cm}^2 \geq \frac{74641,0133 \text{ Kg}}{7853,9816 \text{ cm}^2}$$

$$32 \text{ kg/cm}^2 \geq \frac{74641,0133 \text{ Kg}}{7853,9816 \text{ cm}^2}$$

$$32 \text{ kg/cm}^2 \geq 9,5036 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots \quad \text{Ok!}$$

### Daya dukung ijin

$$\begin{aligned} P_{\text{ijin}} &= (1/4 \pi \times D^2 \times qc) / SF \\ &= (1/4 \pi \times 100 \text{ cm}^2 \times 32 \text{ kg/cm}^2) / 4 \\ &= 62800 \text{ kg} = 62,8 \text{ ton} \end{aligned}$$

$P_{\text{ijin}} > P_{\text{total}}$  (dengan gaya total atau beban bangunan untuk kondisi 3 lantai)

62,8 ton < 74,6410 ton ..... TIDAK OK !

Untuk itu perencanaan lanjutan untuk gedung serba guna tidak direkomendasikan untuk 3 lantai (kondisi existing masih 2 lantai). Sementara itu dari analisis struktur yang dilakukan berdasarkan SNI 2847-2019 diketahui ada perbedaan jumlah tulangan dari kondisi *existing* dengan hasil perhitungan atau analisis yang dilakukan tetapi masih dalam batas aman dengan kata lain dimensi struktur penulangan pada kondisi existing menghasilkan kapasitas penampang yang masih melebihi kebutuhan berdasarkan beban ultimit yang diterima oleh bangunan Gedung Serba Guna Tinggi Sekolah Teknologi Payakumbuh.

### 4.5. Rekomendasi desain

Berdasarkan hasil analisis kelayakan yang dilakukan pada bangunan Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh, penulis dapat memberikan rekomendasi yaitu sebagai berikut:

1. Perbaiki pada dinding dan balok yang mengalami retakan dengan cara mengisi semen pada retakan selanjutnya diplester kembali.
2. Perbaiki untuk noda yang berada pada dinding dan balok yaitu dengan cara mengamplas dinding yang terdapat noda selanjutnya dicat ulang.
3. Perbaiki pada teras belakang gedung yang mengalami keretakan dengan cara membongkar coran dan menambah timbunan tanah atau memperbaiki timbunan tanah yang berada disekitar teras dan mencor ulang.
4. Dari analisis yang dilakukan rekomendasi dari penulis terhadap Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh yaitu disarankan untuk tidak menambah pembangunan lantai lagi.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Hasil dari analisa bangunan Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis kerusakan yang terjadi pada bangunan gedung Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh yaitu adanya retak halus pada bagian dinding dan balok, retak di bagian teras gedung bagian belakang retak ini disebabkan oleh penurunan tanah disekitar teras tersebut.
2. Kategori kerusakan yang terjadi pada bangunan Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh yaitu kKerusakan kategori II(ringan) struktural yang terjadi yaitu retak halus di beberapa bagian balok dan adanya noda pada beberapa balok, selanjutnya kerusakan kategori I



(ringan) non struktural yang terjadi yaitu, adanya retak halus di beberapa bagian dinding dan adanya noda di beberapa bagian dinding.

3. Dimensi struktur dan penulangan pada kondisi existing menghasilkan kapasitas penampang yang masih melebihi kebutuhan berdasarkan beban ultimit yang diterima oleh bangunan Gedung Serba Guna Tinggi Sekolah Teknologi Payakumbuh.
4. Rekomendasi dari Analisis Kelayakan Gedung Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh, adalah untuk tidak meneruskan penambahan lantai 3.
5. Rekomendasi perbaikan terhadap kerusakan yang terjadi pada bangunan yaitu memplester lagi bagian yang terjadi keretakan dan mengecat ulang balok yang ada noda. Retak pada dinding diperbaiki dengan plesteran ulang pada bagian yang mengalami keretakan. Untuk bagian teras belakang proses yang dilakukan adalah menambahkan tanah timbunan pada bagian yang berlobang atau melakukan pemadatan ulang tanah timbunan disekitar lokasi yang mengalami penurunan.

## 5.2 Saran

1. Untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk mengetahui dimensi dan jumlah tulangan dapat diketahui dengan melakukan scan menggunakan alat scan tulangan seperti PS200.
2. Penelitian selanjutnya pada saat melakukan pengujian *hammer test* sebaiknya dilakukan pada semua bagian komponen struktur yang ada pada bangunan supaya hasilnya lebih maksimal dan mewakili.

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat serta Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbu atas bantuannya baik materil maupun non materil sehingga penelitian ini terlaksana dengan baik.

## Daftar Rujukan

- [1] R. Rifaldo, Rion, and P.H. Wibowo. "Evaluasi Perhitungan Struktur Proyek Kaliban School 5 Lantai Dengan Etabs." *J. Civil Engineering and Planning*, vol. 2, no. 2, pp. 107-119, 2021.
- [2] A. Rosyidah, Rinawati, D. Wiratenaya, and A.M. Pattisia. "Perkuatan Struktur Pada Bangunan Rumah Tinggal 3 Lantai." *J. Politeknologi*, vol. 9, no. 1, 2010.
- [3] C.M. Sutjiadi, T. Harsono, H. Sugiarto and D. Djandra. "Assessment Dan Perkuatan Struktur Pada Bangunan Industri 7 Lantai." *J. Dimensi Pratama Teknik Sipil*: pp. 17-25, 2021. <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/11007>.
- [4] C.V.Saruni, Cintya V, Servie, O. Dapas and H Manalip. "Evaluasi Dan Analisis Perkuatan Bangunan Yang Bertambah Jumlah Tingkatnya." *J. Sipil Statik*, vol 5, no. 9, pp. 591-602, 2017.
- [5] M. Hasan, T. Saidi, M. Afifuddin, and B. Setiawan. "The Assessment and Strengthening Proposal of Building Structure after the Pidie Jaya Earthquake in December 2016." *J. King Saud University - Engineering Sciences*, vol. 35, no. 1(1), pp. 12-23. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2021.02.007>.
- [6] A. Zlateski, M. Lucesoli, G. Bernardini, and T.M. Ferreira. "Integrating Human Behaviour and Building Vulnerability for the Assessment and Mitigation of Seismic Risk in Historic Centres: Proposal of a Holistic Human-Centred Simulation-Based Approach." *International Journal of Disaster Risk Reduction* 43(2020): 101392. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101392>.
- [7] H. Khoeri, Heri. "Pemilihan Metode Perbaikan Dan Perkuatan Struktur Akibat Gempa (Studi Kasus Pada Bank Sulteng Palu)." *J. Konstruksia*, vol. 12, no. 1, pp. 93-104, 2021
- [8] H.A, Lie, J. Utomo, H.T. Hu, and L.T. Lestari, "Seismic Retrofitting of Irregular Pre-80s Low-Rise Conventional RC Building Structures." *J. Civil Engineering Dimension*, vol. 23, no. 1, pp. 9-19, 2021.
- [9] H., Nurul, H. Priyosulistyo, and A. Triwiyono. "Evaluasi Dan Retrofit Struktur Gedung Beton

- Bertulang Akibat Kebakaran." *J. INERSIA: Informasi dan Ekspose hasil Riset teknik Sipil dan Arsitektur*, vol. 17, no. 1, 57–67, 2021.
- [10] Ngudiyono, Joedono, and N Ainuddin. "Kajian Kapasitas Eksisting dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang Masjid Agung Kota Bima," *J. Spektrum Sipil*, vol.2, no. 1, pp. 38048, 2015.
- [11] C. Vidiyanti, Christy. "Kajian Retrofit Bangunan sebagai upaya Mereduksi Konsumsi Energi Operasional, Studi Kasus : Campus Centre ( CC ) Barat ITB Energi Tak Terbarukan . J. Vitruvian, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [12] N.I. Triyuliani, M.D. Sri and L. Susanti. "Metoda Retrofit Tulangan Baja Eksternal u ntuk Peningkatan Kekuatan Lentur Balok Beton Bertulang," *J. Rekayasa Sipil dan Lingkungan.*, vol. 3, no. 2, pp. 135--144, 2019.
- [13] E. W. Aco. " Analisis Pelaksanaan Retrofitting pada Bangunan CSF Kariangau Balikpapan," *J. Penelitian Teknika.*, vol. 17, no. 2, pp. 57-63, 2017.
- [14] D. Hamid, M. Natalia and Z. Mirani. " Retrofit Sederhna Rumah Tinggal Masyarakat di Nagari Kampani Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat," *J. Dinamika Pengabdian.*, vol. 6, no.2, pp.334–340, 2021.
- [15] D. Patah, A. Saputra, and A. Triwiyono. 2016. "Retrofitting on Flexural Strength of Rc Columns Using Polyester Resin Concrete." *Journal of the Civil Engineering Forum*, vol. 2, no.1, pp. 11-18, 2016.
- [16] Fernando, A.J. Saputra. "Analysis of the Effect of Shear Walls on Building Structural Deviations in High-Rise Buildings Monde City Tower M2 Batam City, " *J. Civil Engineering Planning*, vol. 3, 146-160, 2022.
- [17] Rohmat and Andrian. "Damage analysis of structure and architecture in bulidings (Case Study : F Building of Muhammadiyah University ), " *J. Student Teknik Sipil.*, vol. 2, no. 2, pp. 134–140, 2020.
- [18] SNI-1727. 2020. "Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain." *Badan Standardisasi Nasional 1727:2020* (8): 1–336.
- [19] Fauzan. "Analisis Metode Pelaksanaan Retrofitting Pada Bangunan Sederhana (Studi Kasus : Sd Negeri 43 Rawang Timur, Padang)." *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)* , vol 8, no.1, pp. 45-56, 2012
- [20] SNI 1726:2019. 2019. "Sni 1726:2019." *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung* (8): 254.
- [21] SNI 2052-2017. "SNI (Standard Nasional Indonesia) No. 2052 Tahun 2017 Tentang Baja Tulangan Beton." *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*: 15.
- [22] SNI 2847-2019Badan Standardisasi Nasional. 2019. "Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung." *Sni 2847-2019* (8): 720.
- [23] PPIUG. 1983. "Peraturan-Pembebanan-Indonesia-1983." : 3–32.
- [24] Kementerian Pekerjaan Umum. 2006. "Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa.
- [25] E.P.A. Aji, FA.B Pradipta, and S. Prabowo. "Asesmen Dan Analisa Gedung Eksisting ( Studi Kasus Bangunan Johar Shopping Center Semarang )." *J. Ilmiah Sultan Agung*. pp. 176–204, 2022.