

# **Civil Engineering Collaboration**

https://jcivil-upiyptk.org/ojs

2022 Vol. 7 No. 1 Hal: 1-6 e-ISSN: 2615-5915

## Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Rumah Sakit Berbasis Kinerja (Perfoma Base Design)

Mayesi<sup>1⊠</sup>, Rafki Imani<sup>2</sup>, Nanda<sup>3</sup> 1,2,3 Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

mayesiyesi911@gmail.com

#### Abstract

Indonesia is an earthquake-prone area. Earthquakes caused by the movement of the earth's plates are the biggest cause of earthquakes that will cause damage to building structures. Earthquakes that occur in Indonesia often take lives. However, it is certain that the cause of the loss of life was not directly caused by the earthquake, but was caused by the damage to the building that caused the collapse of the building. The purpose of writing this final project is to determine the seismic performance criteria of the hospital building from the performance point value using the ATC-40 code, showing the melamine scheme (plastic joint distribution) that occurs from the calculation of the software program, knowing the pattern of building collapse so that it can be identified the joints, joints that are damaged and destroyed and compare the results of the spectral response analysis with pushover analysis. Based on the results of the response spectrum analysis on the level of structure performance according to ATC-40, the maximum drift shows the analyzed building is included in the immediate occupancy level. Where the building is classified as safe in the event of an earthquake.

Keywords: Earthquakes, pushovers analisys, ATC-40, Building Structures, Performance Based, Hospitals.

#### Abstrak

Indonesia merupakan daerah yang rawan gempa. Gempa bumi yang disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi merupakan penyebab terbesar terjadinya gempa bumi yang akan menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan. Gempa yang terjadi di Indonesia seringkali memakan korban jiwa. Namun dapat dipastikan bahwa penyebab hilangnya nyawa tersebut tidak secara langsung disebabkan oleh gempa, melainkan disebabkan oleh rusaknya bangunan yang menyebabkan runtuhnya bangunan tersebut. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menentukan kriteria kinerja kinerja seismik rumah sakit dari nilai performance point menggunakan kode ATC-40, menunjukkan skema melamin (plastic joint distribution) yang terjadi dari perhitungan program perangkat lunak, mengetahui pola keruntuhan bangunan sehingga dapat diketahui sendi-sendi yang mengalami kerusakan dan mengalami kehancuran serta membandingkan hasil analisis respon spektral dengan analisis pushover. Berdasarkan hasil analisis respond spectrum terhadap level kinerja struktur sesuai ATC-40 maksimal drift menunjukan gedung yang dianalisis termasuk kedalam level immediatel occupancy. Dimana bangunan tergolong aman bila terjadi gempa.

Kata kunci: Gempa Bumi, analisis pushover, ATC-40, Struktur Gedung, Berbasis Kinerja, Rumah Sakit.

© 2022 JCIVIL

#### 1. Pendahuluan

Bencana merupakan suatu kejadian yang tidak terlepas dari kehidupan manusia, bencana alam dapat terjadi dimana dan kapan saja. karena Indonesia terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik besar dunia, yaitu lempeng Eurasia, Pasifik dan Indo-Australia. Gempa bumi yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng bumi merupakan penyebab terbesar dari gempa yang menimbulkan kerusakan pada struktur gedung. Karena 1.1. Kondisi Geologi Wilayah Tanggerang Selatan itu, Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap gempa bumi. Gempa bumi tidak dapat diprediksi dan dapat menimbulkan kerugian. Karena itu perlu dilakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi jumlah kerugian seperti dengan bangunan tahan gempa. Jumlah pembangunan gedung bertingkat semakin banyak. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya lahan yang tersedia dan melonjaknya angka pertumbuhan penduduk di Indonesia. Namun, semakin tinggi suatu struktur, semakin rawan struktur tersebut terhadap gaya

gempa bumi. Karena itu perencanaan gedung bertingkat tahan gempa merupakan hal penting yang harus dilakukan di Indonesia. Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi terhadap Gedung Rumah Sakit Ciputat Jl. Sasak Tinggi No.3, Ciputat, Kec. Ciputat Kota Tanggerang Selatan, Banten 15411. Bangunan gedung ini terdiri dari 5 lantai. Struktur gedung tersebut akan dianalisis dengan bantuan program EtabsV9.

Secara geografis Tanggerang Selatan terletak dibagian timur provinsi Banten yaitu pada titik koordinat 106'38'-106'47' BT dan 06'13'30'-06'22'30' LS. Letak geografis tanggerang selatan berbatasan dengan provinsi DKI Jakarta pada sebelah utara dan timur, selain itu tanggerang selatan juga menjadi salah satu daerah yang menghubungkan provinsi banten dengan provinsi jawa barat.

Diterima: 22-02-2022 | Revisi: 01-03-2022 | Diterbitkan: 09-03-2022 | DOI: 10.35134/jcivil.v7i1.39



Gambar 1. Kondisi geografis wilayah tanggerang selatan

Sebagian besar wilayah kota tanggerang selatan merupakan dataran rendah dan memiliki topografi yang relatif datar dengan kemiringan tanah rata-rata 0-3% sedangkan ketinggian wilayah antara 0-25 m, untuk kemiringan garis besar terbagi dari 2 bagian yaitu :

- a. Kemiringan antara 0-3% meliputi ciputat, kecamatan ciputat timur, kecamatan pamulang, kecamatan serpong dan kecamatan serpong utara.
- b. Kemiringan antara 3-8% meliputi kecamatan pondok aren dan kecamatan setu.

Kota tanggerang selatan merupakan daerah yang relatif datar, beberapa kecamatan memiliki lahan yang mengancam terjadinya korban jiwa, seperti yang bergelombang seperti diperbatasan antara kecamatan ditetapkan pada tingkat Life Safaty. Tetapi sistem setu dan kecamatan pamulang serta sebagian struktur bangunan masih kuat menahan beban gempa dikecamatan ciputat timur. Kondisi geologi tanggerang yang disyaratkan pada tingkatan Immediate Occupancy. selatan umumnya adalah batuan alluvium, yang terdiri Struktur bangunan boleh rusak, namun tidak runtuh. dari batuan lempung, lanau, pasir, kerikil, dan Contohnya adalah perkuatan struktur untuk bangunan bongkahan.

#### 1.2. Seismisitas Wilayah Tanggerang Selatan

Hasil Parameter seismoteknik memberikan variasi nilai b di Selatan Jawa Barat dan Banten sekitar 0.95-1.45, Desain struktur bangunan terlalu daktail. Komponen dengan nilai tertinggi di Selatan Kabupaten Pandeglang struktural boleh saja mengalami kerusakan, tetapi tidak (1.35-1.45) dan terendah di Kabupaten Tasikmalaya diperkenankan terjadi (0.95-1.05). Variasi nilai a sekitar 6.5-9, dimana nilai mengancam jiwa manusia (resiko korban jiwa sangat tertinggi di Selatan Kabupaten Pandeglang (8.5-9) dan rendah). Bangunan dapat berfungsi kembali setelah di Kabupaten Perhitungan Indeks Seismisitas yaitu 0.632 dan indeks struktural pasaca gempa terjadi. Contoh bangunan yang seismisitas pada gempa terbesar yaitu 0.004. termasuk dalam kategori ini Probabilitas pada interval waktu 20 tahun dengan nilai perkantoran, perumahan, gudang, dan lain-lain. P(7, 20)=8%; P(7, 40)=15%; P(7, 60);21%. Variasi periode ulang dengan variasi 5 SR= 1-4 tahun, 6 SR= d. Limited Safaty Life SP-4 15-55 tahun dan 7 SR=150-550 tahun [1]. Rata-rata Bukan merupakan tingkatan yang spesifik, tetapi periode

wilayah tersebut masuk ke dalam site class E yaitu tanah alluvial T0> 0,6 detik yang berarti bahwa jenis tanah ini sangat rawan terhadap gempa. Namun dari segi indeks kerentanan seismik, faktor amplifikasi dan periode dominan yang relatif rendah sehingga dampak yang ditimbulkan tidak signifikan [2].

#### 1.3. Struktur Berbasis Kinerja (Perfoemance Based Design)

Penetapan perencanaan tingkat kinerja suatu bangunan dapat didasarkan pada beberapa acuan yang biasa dipakai, yaitu ATC 40. Beberapa tingkat kinerja yang diatur dalam ATC 40 adalah sebagai berikut:

### a. Immediate Occupancy (IO) SP-I

Kerusakan yang diakibatkan oleh gempa sangat terbatas terjadi. Bangunan dapat sepenuhnya melawan gaya geser dasar vertikal maupun horizontal yang terjadi. Resiko yang mengancam keselamatan mansusia dan kegagalan struktur yang mungkin terjadi pada bangunan yang di desain pada kondisi Immediate Occupancy harus sekecil mungkin. Struktur yang di desain pada kategori ini adalah struktur bangunan yang berfungsi sebagai sarana penyelamatan, struktur bangunan yang menyimpan barang berbahaya, atau struktur yang dapat mempengaruhi ekonomi nasional.

### b. Damage Control (DC) SP-2

Kategori ini sebenarnya bukan merupakan tingkatan yang spesifik, tetapi merupakan transisi diantara Immediate Occupancy dan Life Safaty. Kategori desain ini dimaksudkan untuk membatasi kerusakan struktur sampai melampaui ketentuan-ketentuan yang dapat bersejarah dan bangunan yang menjadi tempat untuk barang-barang berharga.

### c. Life Safaty (LS) SP-3

keruntuhan yang Tasikmalaya (6.5-7). dilakukan perbaikan komponen struktural maupun nonadalah

dominan (Tdom) di Tangerang yaitu merupakan transisi antara tingkat Life Safaty dan (0.6572 second), faktor amplifikasi 2.4357, dan Structural Stability. Struktur di desain lebih baik dari Indeks kerentanan sesimik (Kg) 3,8991. Hal ini tingkatan Structural Stability dan lebih rendah dari menunjukkan bahwa lapisan tanah yang dominan pada tingkatan Life Safaty, tanpa mempertimbangkan aspek ekonimis dalam melakukan perbaikan pasca gempa digunakan, hal ini berdasarkan target displacement terjadi.

#### e. Structural Stability (SS) SP-5

gravitasi mungkin saja terjadi pasca struktur dilanda gempa.

#### f. Not Considered SP-6

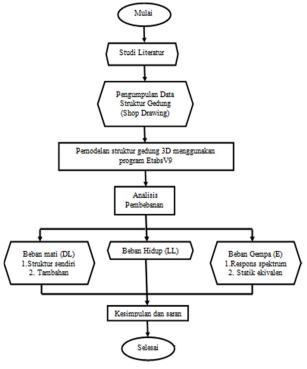
Bukan merupakan tingkat kinerja struktur, tetapi hanya retrofit.

Berdasarkan tingkat kinerja FEMA 356 dan FEMA 440 Struktur memenuhi kriteria batas kinerja minimal (yaitu keselamatan jiwa) dalam hal nilai perpindahan dan drift dari analisis pushover. Evaluasi tersebut menunjukkan nilai parameter respon struktur (R, 0, dan Cd) yang lebih baik dibandingkan SNI 1726:2019, yang menunjukkan bahwa kinerja bangunan baik dan mampu menahan beban gempa rencana [3]. Metode DDBD menghasilkan gaya geser, perpindahan, simpangan antar lantai dan kebutuhan tulangan paling besar, dibandingkan dengan dua metode yang lain. namun tingkat kinerja yang didapatkan dari ketiga metode sama yaitu Damage Control (DO) [4]. Evaluasi hasil kinerja dan asesmen menggunakan metode ATC-40 diketahui bahwa, untuk keseluruhan tipe struktur A0, B1, B2, dan B3 pada arah x dan y berada pada level kinerja Immediate Occupancy (IO) dan termasuk dalam kategori daktilitas penuh (full ductility). Hasil perbandingan nilai drift pada arah sumbu (x) pada sistem ganda diketahui bahwa semua tipe struktur nilainya tidak melebihi design drift limit, sedangkan hasil perbandingan nilai drift pada arah sumbu (y) pada sistem rangka diketahui bahwa struktur B1 dan B2 memiliki nilai drift yang melebihi design drift limit [5]. Prosedur desain berbasis kapasitas keruntuhan langsung yang bertujuan untuk mencapai probabilitas keruntuhan yang telah ditentukan sebelumnya di bawah kejadian gempa maksimum yang dipertimbangkan juga diperkenalkan untuk struktur teredam viskos tanpa ketidakteraturan tingkat lunak yang ekstrem [6]. Berdasarkan hasil perhitungan analisis static non-linier, dari nilai target perpindahan maka diperoleh nilai drift aktual arah-x = 0.00484 (0.484%) dan nilai drift actual arah-y = 0.00773 (0.73%). Hal ini menunjukkan bahwa bangunan tidak mengalami kerusakan komponen struktur. Kekuatan dan kekakuan gedung masih hampir sama dengan kondisi sebelum struktur dilanda gempa, pada keadaan ini gedung yang ditinjau adalah termasuk pada level kinerja Immediate Occupancy (IO) [7]. Tingkat kinerja Struktur Rumah Sakit Paru Sumatera Barat tersebut adalah dalam kondisi IO-LS (Immediate occupancy-Life Safety) yang artinya tidak ada kerusakan pada komponen struktur dan struktur bisa

FEMA 356, dan pola keruntuhan pada Struktur Rumah Sakit Paru Sumatera Barat, elemen struktur yang lemah (terjadi sendi plastis) adalah elemen balok [8]. Dalam kategori desain ini, struktur bangunan pasca Berdasarkan analisis yang dilakukan didapat bahwa gempa terjadi adalah diambang keruntuhan total pembebanan segitiga lebih besar dibandingkan maupun parsial. Komponen struktur penahan beban pembebanan merata. Namun, respons seismik yang masih bekerja meskipun keseluruhan didapat akibat beban merata, lebih besar dibandingkan kestabilan struktur sudah diambang keruntuhan. beban segitiga. Pembebanan merata menghasilkan Kajatuhan material-materiall komponen bangunan tingkatan kinerja Life Safety, sedangkan pembebanan segitiga menghasilkan tingkatan kinerja Immadiate Occupancy, berdasarkan kedua pembebanan tersebut didapat kinerja dari struktur tersebut adalah Life Safety [9]. Struktur bangunan mampu memberikan perilaku untuk melakukan evaluasi seismic nonstruktural atau nonlinier yang ditunjukkan oleh fase awal dan sebagian besar sambungan plastis terjadi pada elemen balok baru kemudian elemen kolom. Tingkat kinerja struktur masuk dalam kriteria Immediate Occupancy yang artinya kerusakan struktural dan bangunan ringan dapat segera digunakan kembali [10]. Hasil analisa pushover dengan metode spektum kapasitas yang sesuai dengan ATC-40 memeberikan titik kinerja dengan target perpindahan (displacement target) sebesar 41.327 mm. Berdasarkan perpindahan tersebut maka diketahui rasio perpindahan sebesar 0.0021 yang berarti tingkat kinerja gedung masih berada pada tingkat kinerja Immediate Occupancy Level [11]. Analisis dan evaluasi pada program analisis struktur dimodelkan dengan dimensi yang sama dengan kondisi eksisting dan akan dilakukan penambahan jumlah lantai dengan dimensi sesuai perhitungan preliminari desain. Hasil pemodelan menujukkan kondisi gedung rencana masih aman. Nilai simpangan antar lantai terbesar adalah 10.2 mm yang masih di bawah simpangan ijin (31.5 mm), dan nilai integritas struktur sebesar -0.97 (syarat -1 < -0.97 < 1) [12]. Untuk struktur beraturan dengan berbagai ketinggian, tingkat kinerja struktur dengan BRB cukup baik, yaitu Immediate Occupancy (IO) akibat beban gempa rencana. Plastifikasi hanya terjadi pada BRB, dan kelelehan pada balok mulai terbentuk sampai mekanisme keruntuhan terjadi. Hasil modal pushover dengan nonlinear time history pada bangunan 15 lantai yang cukup mirip menunjukkan bahwa modal pushover dapat digunakan untuk memprediksi kinerja struktur BRB yang beraturan [13]. Hasil dari analisis berupa target perpindahan sebesar 0,015 m pada arah X dan arah Y serta didapatkan nilai maksimum total drift sebesar 0,0066 m pada arah X dan 0,00273 m pada arah Y. Berdasarkan deformasi struktur dan kriteria pada ATC 40 kondisi struktur berada pada tingkat kinerja Immediately Occupancy (IO) [14]. Semakin besar gaya (gaya dasar) yang diberikan maka semakin besar pula perpindahan yang terjadi pada bangunan tersebut. Beban gempa maksimum adalah 730.383 kN. Berdasarkan batas kinerja ATC-40 bangunan berada pada level IO, yang menunjukkan bahwa bangunan tersebut aman digunakan saat terjadi gempa [15].

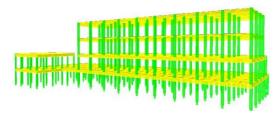
#### 2. Metodologi Penelitian

Metodologi ini akan menguraikan serta menjelaskan secara rinci penyelesaian eveluasi struktur secara lebih langkah-langkah terperinci. Adapun penyelesaian perencanaan struktur ini di sajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir metodologi

Dalam Tugas Akhir ini, struktur bangunan yang direncanakan adalah struktur beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus. Pemodelan 3.1.3. Mode Shape Kedua (arah rotasi) gedung ini terlihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



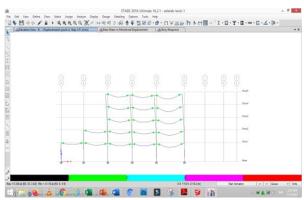
Gambar 4. Pemodelan 3D

#### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Mode Shape dan Partisipasi Massa Pada Struktur

#### 3.1.1. Mode Shape Pertama (arah y)

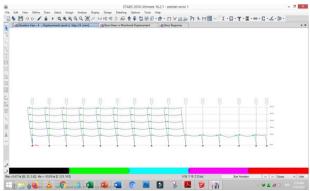
Dari hasil disajikan pada Gambar 5, untuk mode 1 terjadi ke arah-y, dengan perioda 0.725. Hal tersebut telah memenuhi kriteria seperti yang telah ditetapkan bahwasanya moda pertama tidak terjadi rotasi.



Gambar 5. Mode shape 1 arah Y

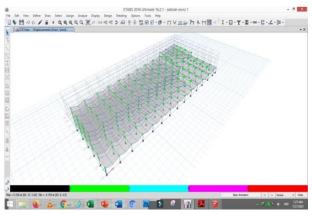
#### 3.1.2. Mode Shape Kedua (arah x)

Dari hasil disajikan pada Gambar 6, untuk mode 2 terjadi translasi arah-x, dengan perioda 0,64. Hal tersebut telah memenuhi kriteria seperti yang telah ditetapkan.



Gambar 6. Mode shape 2 arah x

Dari hasil yang disajikan pada Gambar 7, Untuk mode 4 terjadi Rotasi pada arah Y dan arah X dengan perioda 0.287. Hal ini telah sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.dan terjadi rotasi setelah shape pertama dan ke dua searah sumbu y dan x.



Gambar 7. Mode shape 3 arah x

Case modal didapatkan setelah proses runing pertama, Pengecekan modal dilakukan untuk melihat pola gerak ragam struktur akibat beban yang bekerja pada struktur seperti yang disajikan pada Tabel 1, serta pada runing pertama ini juga diperoleh data masa bangunan yang dihitung otomatis oleh Etabs dengan memasukan 1 pada define load patren. Jumlah mode yang shear vs displacement yang ditampilkan sama dengan jumlah lantai bangunan yang dianalisis yaitu sebanyak 5 mode. Arah setiap mode ditampilkan dari arah x dan y. Untuk ketinggian bangunan diawali dari base yaitu 0 m hingga ke lantai paling atas setinggi 16.5 m.

Tabel 1. Mode shape

Case	Mode	Periode			
		Sec	UX	UY	RZ
Modal	1	0,725	0,0038	0,6230	0,1463
Modal	2	0,640	0,4925	0,0272	0,0964
Modal	3	0,591	0,2412	0,0196	0,2183
Modal	4	0,287	0,0084	0,1427	0,4169
Modal	5	0,249	0,0957	0,0911	0,0002
Modal	6	0,236	0,0720	0,0503	0,0761
Modal	7	0,202	0,0438	0,0001	0,0036
Modal	8	0,175	0,0010	0,0009	0,0000
Modal	9	0,149	0,0001	0,0000	0,0006
Modal	10	0,135	0,0000	0,0000	0,0000
Modal	11	0,111	0,0023	0,0301	0,0005
Modal	12	0,109	0,0182	0,0000	0,0145

#### 3.1.4. Desain Gaya Geser Dasar Dengan DDBD untuk Sistem Rangka

Dalam menghitung gaya geser dasar dengan metode DDBD untuk sistem rangka langkah- langkah perhitungannya sebagai berikut:

#### a. Profil perpindahan rencana

Menentukan inelstik mode shape digunakan untuk n >  $4 \rightarrow \text{jumlah lantai 5 lantai}$ .

#### b. Desain Perpindahan SDOF

Desain perpindahan SDOF menggunakan Persamaan 1.

$$\Delta d = \frac{\sum (mi.\Delta i)^2}{\sum (mi.\Delta i)}$$

$$= \frac{289,604}{1529,145} = 0,18 \text{ m}$$
(1)

#### c. Massa Efektif

Tinggi efektif dari SDOF menggunakan Persamaan 2.

me = 
$$\frac{\sum mi.\Delta i}{\Delta d}$$
 (2)  
=  $\frac{1529,145}{0.18}$  = 8074,075 ton

#### d. Tinggi Efektif

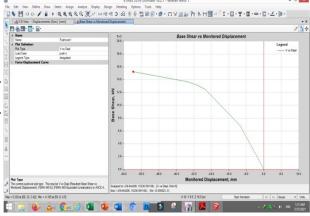
Tinggi efektif dari SDOF menggunakan persamaan 3.

$$he = \frac{\sum mi.\Delta i.hi}{\sum mi.\Delta i}$$
 (3)

$$=\frac{16.240,92}{1529.145}=10,62 \text{ m}$$

#### e. Hasil Analisis Pushover

Setelah dilakukan analisis tahap akhir terhadap beban statik pada bangunan tersebut di dapat Grafik base `disajikan Gambar 8.



Gambar 8. Grafik base shear vs displacement arah X

#### 3.2. Kinerja Gedung

Ditinjau dari besar nilai displacement gedung yang telah dianalisis yang disajikan pada Tabel 2, maka besarnya perbandingan displacement dengan ketinggian total gedung diperoleh tingkat kinerja yang disyaratkan oleh ACT-40.

Tabel 2. Tabel ATC-40

	Performance Level				
Parameter	ΙΟ	Damage Control	LD	Structural Stability	
Max Total Drift	0.01	0.01 s/d 0.02	0.02	0,33 . Vt Pt	
Max Inelastic Drift	0.005	0.005 s/d 0.0015	No limit	No limit	

Hasil evaluasi kinerja struktur gedung yang disajikan pada Tabel 3, telah dianalisis dengan pusover tergolong kedalam immediateli occupance (IO) yakni struktur bangunan tergolong aman bila terjadi gempa dengan resiko yang akan ditimbulkan ialah korban jiwa jiwa dari kegagalan struktur tidak terlalu berarti, gedung tidak mengalami kerusakan yang berarti dan dapat dioperasikan segera sesuai fungsi bangunan.

Tabel 3. Perhitungan kinerja struktur

Perpindahan (Dt)	Tinggi Gedung (H)	Drift	Performance Level
mm	mm	Dt/h	
59.644	16500	0,00361	Immediateli Ocupancy (IO)

#### Kesimpulan

Gedung dengan ketinggian 16.5 m ini dilakukan tinjauan terhadap displacement menggunakan pushover sebesar 59.644 mm dengan base shear [11]Zain, Arzal. (2021). Desain Kinerja Struktur dengan sebesar 15236.5911kN, Berdasarkan hasil analisis respond spectrum terhadap level kinerja struktur sesuai ATC-40 maksimal drift menunjukan gedung yang [12]Subagio, Hari & Krisnamurti, Krisnamurti & Putra, Paksitya. dianalisis termasuk kedalam level immediatel occupancy. Dimana bangunan tergolong aman bila terjadi gempa.

#### Daftar Rujukan

- [1] Pangestu, Saifulloh & Pratama, M. Mirza Abdillah. (2021). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Menggunakan Pendekatan Desain Berbasis Kinerja. Cantilever: Jurnal Bidang Penelitian dan Kajian Teknik http://dx.doi.org/10.35139/cantilever.v10i2.110
- [2] Rahmayanti, Novi & Labiba, Havri. (2021). Evaluasi Kinerja Gedung Apartemen 10 Lantai dengan Ketidakberaturan Horizontal. Semesta Teknika. http://dx.doi.org/10.18196/st.v24i1.11676
- [3] Tata, Arbain. (2021). Perilaku Struktur Gedung Bertingkat Ketidak Beraturan Vertikal Kekakuan Tingkat Lunak Dengan Analisis Berbasis Kinerja. Teras Jurnal. 11. 259. http://dx.doi.org/10.29103/tj.v11i2.475
- [4] Hamidia, Mohammadjavad & Filiatrault, Andre & Aref, Amjad. (2014). Seismic Collapse Capacity-Based Evaluation and Design of Frame Buildings with Viscous Dampers Using Pushover Analysis. Journal of Structural Engineering. 141. 04014153. http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001114
- [5] Aswar, Junaidin. (2020). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Beton Bertulang Metode Pushover Analysis. Inersia: Jurnal 104-109. Teknik Sipil. 12. http://dx.doi.org/10.33369/ijts.12.2.104-109
- [6] Yanto, Nugrafindo & Imani, Rafki & Andika, Zulva. (2019). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Rumah Sakit Paru Sumatera Barat dengan Pushover Analysis. Civil Engineering Collaboration. http://dx.doi.org/10.35134/jcivil.v4i2.1
- [7] Albert, Albert & Christianto, Daniel & Pranata, Hadi. (2020). Evaluasi Struktur Gedung Dual System Dengan Dinding Geser Bersayap C Menggunakan Pushover Analysis. Jmts: Jurnal Mitra Teknik Sipil. 3. 1233. http://dx.doi.org/10.24912/jmts.v3i4.8380
- [8] Hilmi, Ilman & Sutrisno, Sutrisno & Sunarya, Dede. (2019). Analisis Seismisitas Berdasarkan Data Gempa Bumi Periode 1958-2018 Menggunakan b-Value Pada Daerah Selatan Jawa Barat dan Banten. Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics. 2. http://dx.doi.org/10.15408/fiziya.v2i1.10482
- [9] Afra Kansa Maimun, Ulfa Nur Silvia, Vida Julia J., & Puji Ariyanto. (2021). Analisis Indeks Kerentanan Seismik, Periode Dominan, Dan Faktor Amplifikasi Menggunakan Metode Hvsr Di Stageof Tangerang. Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, 7(2), 24-30. https://doi.org/10.36754/jmkg.v7i2.194

- [10] Laresi, Yulinda & Ihsan, Mohammad & Alisjahbana, Sofia. (2019). Analisis Pushover Terhadap Ketidakberaturan Struktur Gedung Universitas 9 Lantai. Jurnal Infrastruktur. 4. 53-63. http://dx.doi.org/10.35814/infrastruktur.v4i1.720
- Menggunakan Analisis Pushover pada Bangunan Gedung di Kota Palu. http://dx.doi.org/10.31934/siimo.v2i1.442
- (2021). Evaluasi Penambahan Jumlah Lantai Pada Gedung Perkuliahan Fakultas Teknik Universitas Jember. Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa. 10. 1-12. http://dx.doi.org/10.22225/pd.10.1.1965.1-12
- [13] Ilham, Ilham. (2021). Analisis Kinerja Bangunan Rangka Baja dengan Bresing Tahan Tekuk terhadap Beban Gempa. Teknil RekaRacana: Jurnal Sipil. 6. http://dx.doi.org/10.26760/rekaracana.v6i2.98
- [14] Nabhilla, Rinda & Hayu, Gati. (2020). Analisis Perilaku Struktur Perkantoran Tahan Gempa Menggunakan Metode Pushover Analysis. SIKLUS Jurnal Teknik Sipil. 6. 141-154. http://dx.doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4899
- [15] Utami, Tatya & Warastuti, Niken. (2019). Analisis Kekuatan Bangunan Terhadap Gaya Gempa Dengan Metode Pushover Studi Kasus Gedung Asrama Pusdiklat Ppatk, Depok. Jurnal Infrastruktur. 3. 99-106. 10.35814/infrastruktur.v3i2.709. http://dx.doi.org/10.35814/infrastruktur.v3i2.709