

Analisis Pengaruh Pembebanan Gempa pada Gedung Arsip Bank Lampung

Analysis Influence Of Earthquake Loading On Bank Lampung Archive Building

Sari Utama Dewi^{1*}, Fery Hendi Jaya², Suirna Juarnisa Syahland³

^{1,2,3}Program studi Teknik Sipil, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai

*Email: saridewi.dewi1981@gmail.com

Abstrak

Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya alam dari lautan serta dari bumi, setelah itu masuk ke permukaan bumi berdampak bumi rusak pecah-pecah. Kota Bandar Lampung dan sekitarnya merupakan zona aman, tetapi pada hari Jum'at, 02 Agustus 2019 pukul 19.03 WIB gempa tektonik berkekuatan 7,4 SR terjadi di Banten dan sekitarnya gempa tersebut berpotensi tsunami dirasakan getarannya di daerah Jawa Barat dan Kota Bandar Lampung. Oleh karena itu diadakan studi kasus tentang analisis perilaku dinamik bangunan, periode getar, kekuatan gedung dan gaya geser. Penelitian ini dilakukan dengan survey di lokasi dan mengajukan permohonan data kepada pihak yang menangani perencanaan Gedung Arsip Bank Lampung kemudian dilakukan analisis permodelan menggunakan program komputer yaitu Etabs C 19.0.0 sedangkan untuk analisis data menggunakan *Microsoft Office Excel 2016*. Dari hasil permodelan dan analisis data diperoleh Periode $T = 1,261$ Nilai kekakuan terbesar akibat beban gempa X adalah 2157,14 kN/m sedangkan nilai kekakuan terkecil adalah 1575,02 kN/m. Nilai kekakuan terbesar beban gempa Y adalah 2157,14 kN/m dan nilai kekakuan terkecil adalah 2157,14 kN/m. *Mode shape* 1 mengalami translasi arah x sebesar 84,62% dan *Mode Shape* 2 mengalami translasi arah y sebesar 66,18%, *Mode Shape* mengalami rotasi arah z sebesar 65,92%. Gaya geser dasar statik V statik sebesar 459,84 kN. Gaya geser dasar dinamik V dinamik untuk arah gempa x dan arah gempa y masing-masing diperoleh sebesar 461,02 kN dan 459,70 kN.

Kata kunci: Gaya Geser, Gempa Bumi, *Mode Shape*, Pembebanan Gempa

Abstract

Earthquakes are natural vibrational events from the oceans as well as from the earth, after which entering the earth's surface impacting the earth is broken into fragments. Bandar Lampung city and surrounding areas are safe zones, but on Friday, August 02, 2019 at 19.03 WIB a tectonic earthquake of magnitude 7.4 occurred in Banten and surrounding areas the earthquake had the potential for tsunami to be felt in west Java and Bandar Lampung city. Therefore, a case study was conducted on the analysis of the dynamic behavior of the building, the period of shaking, the strength of the building and the shear force. This research was conducted by surveying the location and applying for data to the party who handled the planning of the Lampung Bank Archive Building and then conducted modeling analysis using a computer program, namely Etabs C 19.0.0 while for data analysis using Microsoft Office Excel 2016. From the results of modeling and data analysis obtained Period $T = 1.261$ The largest rigidity value due to earthquake load X is 2157.14 kN / m while the smallest rigidity value is 1575.02 kN / m. The largest rigidity value of earthquake load Y is 2157.14 kN / m and the smallest rigidity value is 2157.14 kN / m. Shape1 mode experienced x direction translation by 84.62% and Shape Mode 2 experienced y direction translation by 66.18%, Shape Mode experienced z direction rotation by 65.92%. Gaya slide static base V static at 459.84 kN. Gaya sliding dynamic base V dynamic for earthquake direction x and earthquake direction y obtained by 461.02 kN and 459.70 kN respectively.

Keywords: Shear Force, Earthquake, Shape Mode, Earthquake Load

PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya alam dari lautan serta dari bumi, setelah itu masuk ke permukaan bumi berdampak bumi rusak pecah-pecah[1]. Pemicu gempa bumi berbentuk dinamika bumi (tektonik), akibat meteor yang jatuh, aktifitas vulkanik, longoran (di bawah permukaan laut) ataupun ledakan bom nuklir yang terletak di bawah permukaan laut.

Indonesia rentan terhadap gempa bumi dan letusan gunung berapi yang parah karena Indonesia terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik dunia yang sangat aktif[2]. Sementara itu bangunan Gedung pada biasanya dirancang guna menahan beban gravitasi dengan besar beban sama dengan massa kali percepatan gravitasi, dengan arah vertikal ke bawah maka dalam perancangan struktur Gedung sebaiknya memperhitungkan gaya lateral (horizontal) yang disebabkan beban angin serta beban gempa.

Kota Bandar Lampung dan sekitarnya merupakan zona aman, tetapi pada hari Jum'at, 02 Agustus 2019 pukul 19.03 WIB gempa tektonik berkekuatan 7,4 SR terjadi di Banten dan sekitarnya gempa tersebut berpotensi tsunami dirasakan getarannya di daerah Jawa Barat dan Kota Bandar Lampung. Berdasarkan informasi BMKG, gempa berkekuatan 7,54 Lintang Selatan, dan 104,58 Bujur Timur tepat di kedalaman laut 10 km.

Hal ini menunjukkan gempa bumi serupa dapat terjadi di Kota Bandar Lampung dan sekitarnya, oleh karena itu bangunan bertingkat yang berada di Kota Bandar Lampung harus dibangun dengan struktur tahan gempa guna meminimalisir kegagalan konstruksi sehingga dapat diharapkan meminimalisir korban jiwa dan kerusakan akibat gempa bumi. Karena fakta menunjukkan sejarah gempa bumi selalu berulang-ulang dalam beberapa waktu [3].

Struktur bangunan Gedung maupun

infrastruktur lainnya harus dirancang sesuai ketentuan dan standar perencanaan yang ada agar kenyamanan dan keamanan pemilik, pengguna terpenuhi, tak terkecuali infrastruktur Gedung yang konstruksi utamanya adalah struktur beton[4]. Konstruksi beton harus dirancang agar memenuhi efektifitas kenyamanan dan pemanfaatan agar terpenuhinya kekuatan yang maksimal dan efisien[5]. Salah satunya analisis pengaruh pembebanan pada Gedung Arsip Bank Lampung yang perencanaannya dirancang menggunakan konstruksi beton baik plat, kolom dan struktur balok.

Analisis Struktur

Analisis struktur adalah tahapan menghitung dan menentukan pengaruh yang disebabkan beban kerja pada struktur (gedung, jembatan, dermaga dan lainnya) yang menyimpulkan reaksi gaya pada struktur bangunan[6].

Analisis struktur bangunan bisa dilakukan selama tahan desain/ perencanaan, selama pengujian dan setelah konstruksi[7]. Saat ini hampir semua analisis struktur gedung dilakukan dengan menggunakan model komputasi matematis yang mengacu pada kaidah mekanika teknik, dimana model dapat berupa elastis atau inelastis, gaya dapat berupa statik atau dinamis, linier atau nonlinier serta model struktural dapat berupa satu-dimensional, dua-dimensional atau tiga-dimensional.

Analisis serta permodelan harus mengacu pada peraturan standar yang relevan[8]. Pada proyek Gedung Arsip Bank Lampung selain menganalisis struktur Gedung menggunakan model komputasi matematis, dibuat model skematik untuk memferivikasi analisis komputasi dengan model matematika konsisten dengan perilaku struktural sebenarnya.

Pembebanan Struktur

Beban yang bekerja pada struktur gedung khususnya pada gedung dapat

dibedakan menjadi dua jenis yaitu beban vertikal dan beban horizontal[9]. Beban vertikal adalah beban gravitasi yang terdiri dari beban mati, beban hidup[10]. Sedangkan beban horizontal adalah beban yang diakibatkan oleh beban angin dan beban gempa[11].

Semua perhitungan pembebanan mengacu pada SNI persyaratan beton struktur untuk bangunan Gedung, SNI 2847:2020 dan SNI beban minimum untuk perencanaan bangunan Gedung dan struktur lain 1727:2020 [12].

Mode Shape dan Partisipasi Massa

Mode shape merupakan struktur bangunan yang mengalami jenis atau pola ragam akibat goyangan-goyangan, mode ini berfungsi dari property dinamik struktur yang bersangkutan yaitu massa dan kekakuan tingkat, serta bebas dari frekuensi getaran dan pengaruh waktu.

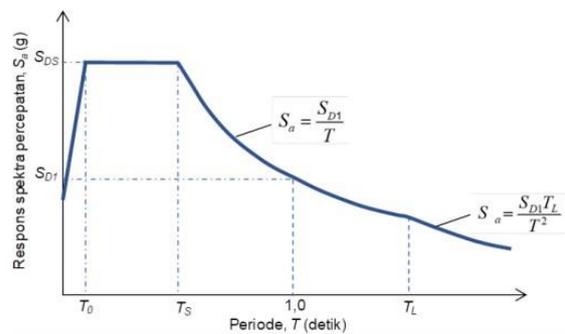
Menurut Harahap, Muhammad Farhan dan Muhammad Fauzan (2019), supaya partisipasi massa terkombinasi minimum 90% didapatkan, analisis harus beserta jumlah ragam yang sesuai dari massa aktual masing-masing arah horizontal dari respon yang ditinjau dari model[13].

Pada analisis dinamik, periode getar diasumsikan dengan pola-pola goyangan (*mode shape*). *Mode shape* yang mempunyai frekuensi paling rendah atau periode paling panjang disebut mode shape pertama pada analisis dinamik, *mode shape* pertama yang biasanya diangkat, artinya struktur dianggap memenuhi fleksibel dengan lantai-lantai tingkat yang relatif kaku setiap struktur mempunyai lebih dari satu frekuensi natural yang saling berhubungan dengan *mode shape* sebagai *degree of freedom*.

Desain Respon Spektrum

Respon spektrum yaitu bentuk suatu grafik spektrum dihadirkan berbentuk grafik antar periode getar struktur (T) yang mempengaruhi nilai spektrum adalah periode

getar, rasio redaman, tingkat kelenturan, serta jenis tanah. Ada dua macam respons spektrum yaitu respons spektrum elastik dan respons spektrum inelastik[14]. Respons spektrum elastik adalah respons spektrum berdasarkan respon elastik suatu struktur SDOF, berdasarkan rasio redaman dan beban gempa tertentu[15]. Kalau respons spektrum inelastik yaitu desain respon spektrum yang diturunkan dari spektrum elastik dengan tingkat kelenturan tertentu[16].



Gambar 1. Respon Spektrum

Analisis menggunakan metode respon spectrum mendapatkan gaya lateral ekuivalen untuk gempa dengan menganalisis modal struktur, lalu melakukan analisis static dari struktur dengan gaya lateral ekuivalen pada setiap modal vibrasi yang dilakukan agar mendapat respon yang diinginkan. Seluruh prosedur tersebut merupakan metode analisis respon spectrum.

Analisis menggunakan metode respon spektrum bukan satu-satunya metode untuk melakukan analisis. Hasil yang didapat juga tidak persis sama dengan metode analisis dengan *time story*, namun dalam banyak kasus hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode analisis spectrum respon cukup akurat untuk aplikasi desain struktural[17]. Dalam analisis Riwayat waktu, beban gempa yang termasuk dalam beban struktural merupakan catatan bumi dari gempa yang ditimbulkan dalam analisis respon struktur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di Gedung Arsip Bank Lampung yang berlokasi di Jl. Worter Monginsidi No. 182 Sumur Putri Kec. Teluk Betung, Kota Bandar Lampung. Gedung Arsip Bank Lampung ini direncanakan 4 lantai berfungsi sebagai gedung arsip.

Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data dilakukan dengan survey di lokasi dan mengajukan permohonan data kepada pihak yang menangani perencanaan Gedung Arsip Bank Lampung. Data-data yang dibutuhkan yaitu meliputi data struktur bangunan dan data beban gempa, data struktur meliputi denah struktur bangunan, data parameter gempa yang diperoleh dari SNI 1726:2019. Elemen non-struktural seperti dinding, keramik, plafon tidak dimodelkan hanya dijadikan beban mati tambahan yang kemudian ditambahkan kepermodelan struktur. Struktur bangunan yang akan dianalisis memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Gedung yang dianalisis memiliki data teknis sebagai berikut:

Jumlah lantai = 4 lantai

Tinggi total elevasi gedung = 14 m

Tinggi antar lantai = (4m, 3,5m, 3m)

Material yang digunakan dalam perencanaan gedung sebagai berikut :

Kuat tekan beton ($f'c$) = 25 Mpa

Kuat tarik baja ulir (f_y) = 400 Mpa

Kuat Tarik baja polos (f_y) = 240 Mpa

Pembebanan gempa yang digunakan metode respon spektrum yang berlokasi di Bandar Lampung, beban gempa diperoleh dari analisis pembebanan SNI 1726:2019

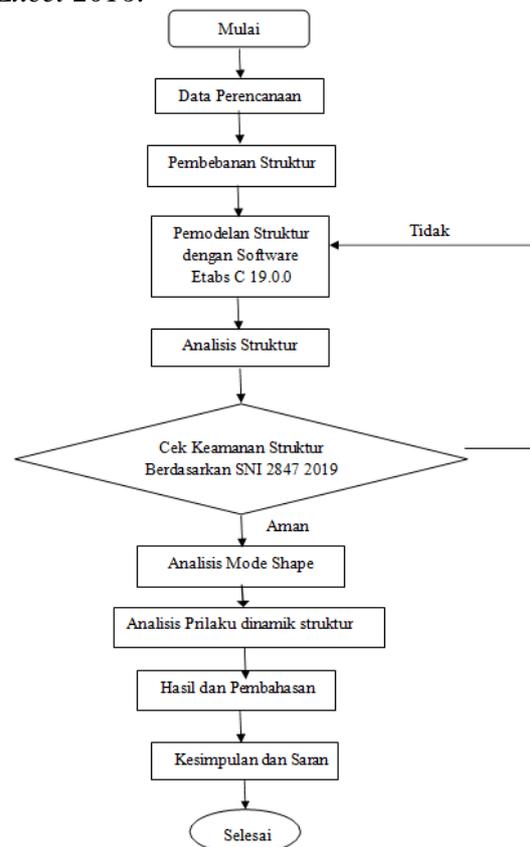
Teknik Pengumpulan Data

Proses perencanaan, membutuhkan suatu penelitian yang teliti dan hati-hati, semakin rumit permasalahan yang dihadapi maka semakin membingungkan juga analisis

yang dilakukan. Untuk dapat melakukan penelitian yang baik, dibutuhkan informasi-informasi dan data yang akurat, teori ide dasar dan alat bantu memenuhi, sehingga kebutuhan data/informasi sangatlah penting[18]. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara studi literatur serta observasi data primer dan data sekunder.

Alat Analisis

Dalam penelitian ini untuk melakukan analisis struktur maupun mengolah data menggunakan program komputer, program komputer yang digunakan untuk menganalisis model adalah Autocad 2014 dan ETABS C 19.0.0, sedangkan untuk analisis data menggunakan *Microsoft Office Excel 2016*.

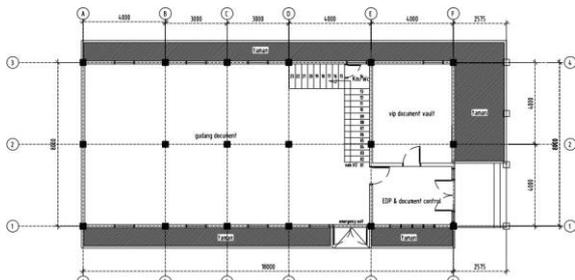


Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

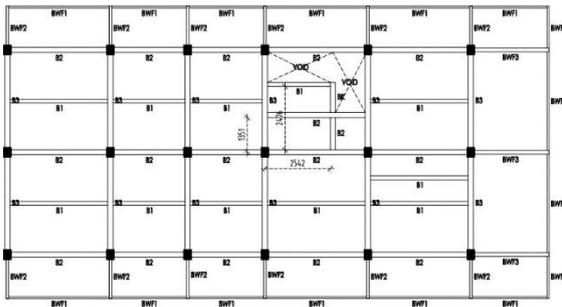
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Bangunan

Gedung Arsip Bank Lampung menggunakan struktur beton pemikul momen khusus dan berfungsi sebagai gedung arsip. Lokasi berada di Bandar Lampung. Berikut adalah denah bangunan yang dianalisis:



Gambar 3. Denah Gedung lantai 1
(Sumber: Autocad 2014)



Gambar 4. Denah balok lantai 2
(Sumber: Autocad 2014)

Analisa Perilaku Struktur

Dalam analisis dinamik, *mode shape* pertama yang digunakan karena struktur mempunyai periode getar dimana struktur tersebut ingin bergoyang pada saat terjadi sebuah gangguan. Berdasarkan hasil analisis modal pada Etabs C 19.0.0 besar periode Gedung Arsip Bank Lampung disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Periode Struktur Gedung Arsip Bank Lampung

Mode	Periode(detik)	Mode	Periode(detik)
1	1,261	8	0,214
2	1,093	9	0,194
3	1,056	10	0,183
4	0,408	11	0,151

5	0,375	12	0,143
6	0,353	13	0,138
7	0,235	14	0,124

Sumber: Etabs C 19.0.0

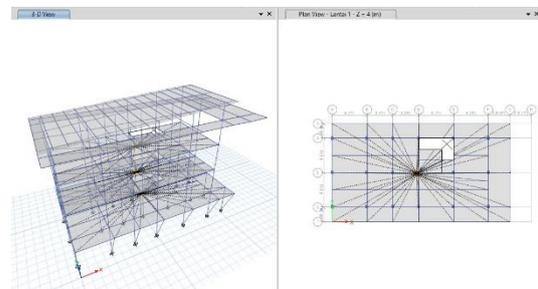
Hasil dari perhitungan periode gedung didapat sebesar 1,261 detik. Nilai periode tersebut harus ada pada rentang periode getar minimum ($T_{a_{minimum}}$) dan periode getar maksimum ($T_{a_{maksimum}}$) berdasarkan peraturan Pasal 7.8.21 SNI 1726-2020.

Berdasarkan hasil analisis kekakuan Gedung Arsip Bank Lampung, nilai kekakuan yang didapat tiap lantai berbeda-beda. Nilai kekakuan didapat dari beban gempa arah X (x dan y) dan beban gempa arah Y (x dan y).

Tabel 2. Massa jenis Bangunan Perlantai arah x dan y

Lantai	Diaphragm	Massa X kg	Massa Y kg
Lantai 3	D1	160552,7	160552,7
Lantai 2	D1	171026,62	171026,62
Lantai 1	D1	219891,96	219891,96

Sumber: Etabs C 19.0.0



Gambar 4. Pusat Massa Bangunan Diafragma
(Sumber: Etabs C 19.0.0)

Hasil Analisa Mode Shape dan Partisipasi Massa

Suatu struktur jika mengalami beban dinamik akan mempunyai pola-pola goyangan (*mode shape*), dimana banyaknya pola goyangan tersebut berbanding lurus dengan jumlah lantainya. Besarnya nilai partisipasi massa didapat dari hasil analisis modal

program Etabs C 19.0.0 yang disajikan dalam tabel berikut

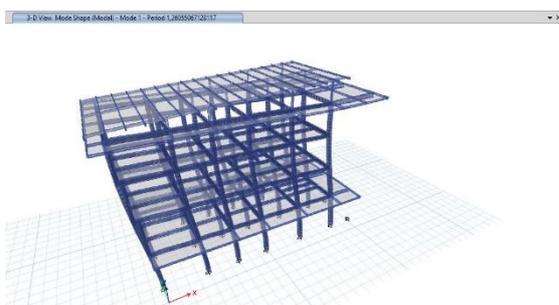
Tabel 3. Nilai Partisipasi massa arah x dan arah y

Mode	Periode (detik)	UX %	UY %	RZ %	Sum UX %	Sum UY %
1	1,261	84,62%	0,00%	0,02%	85%	0%
2	1,093	0,01%	66,18%	15,79%	85%	66%
3	1,056	0,02%	16,33%	65,92%	85%	83%
4	0,408	12,60%	0,00%	0,02%	97%	83%
5	0,375	0,01%	7,07%	7,01%	97%	90%
6	0,353	0,00%	5,68%	7,12%	97%	95%
7	0,235	0,00%	1,28%	0,20%	97%	97%
8	0,214	2,46%	0,00%	0,00%	100%	97%
9	0,194	0,00%	0,10%	2,87%	100%	97%
10	0,183	0,00%	2,03%	0,02%	100%	99%
11	0,151	0,26%	0,00%	0,00%	100%	99%
12	0,143	0,00%	0,86%	0,13%	100%	100%
13	0,138	0,00%	0,44%	0,87%	100%	100%
14	0,124	0,00%	0,03%	0,02%	100%	100%

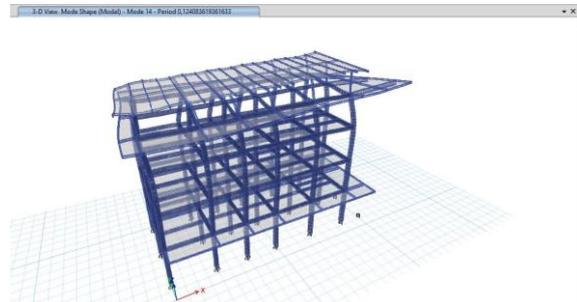
Sumber: Etabs C 19.0.0

Menurut Budiono dan Supriatna (2011), cara mendapatkan partisipasi massa terkombinasi minimum 90%, analisis harus menyertakan jumlah ragam yang sesuai dari massa aktual masing-masing arah horizontal. Pasal 7.9.1.1 SNI-1726-2019 disebutkan bahwa jumlah ragam vibrasi yang ditinjau dalam penjumlahan respons harus menghasilkan partisipasi massa minimum 90%. Jika didapat hasil analisis partisipasi massa oleh program Etabs C 19.0.0 masih belum mencapai 90%, maka jumlah ragam (mode) harus diakumulasikan sampai sesuai dengan peraturan pasal 7.9.1.1 SNI-1726-2019.

Jumlah partisipasi massa pada arah X yang lebih dari 90% terdapat pada mode ke 4 sampai 14 dan partisipasi massa pada arah Y terdapat pada mode ke 5 sampai 14. Untuk melihat hasil mode 1 dan 14 berikut hasilnya menggunakan program Etabs C 19.0.0 bisa dilihat pada gambar berikut, mode 2 – 13 terdapat pada lampiran



Gambar 5. Mode 1 (1,261 detik)
(Sumber: Etabs C 19.0.0)

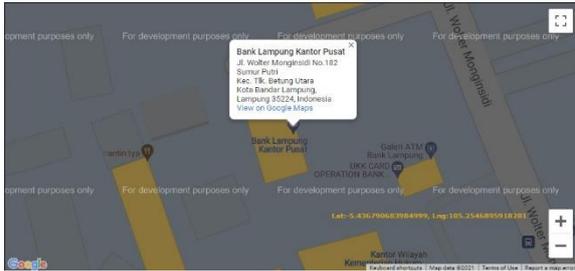


Gambar 6. Mode 14 (0,124 detik)
(Sumber: Etabs C 19.0.0)

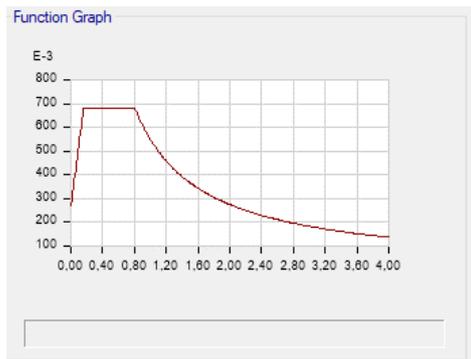
Respons spectrum paling dominan dapat dilihat dalam factor partisipasi pada massa tiap ragamnya. Mode yang memberikan factor partisipasi massa terbesar umumnya menjadi respon yang sangat dominan. Maka nilai factor partisipasi massa tiap mode harus dianalisis lebih dahulu untuk menentukan respons struktur yang berpengaruh dari arah pembebanan gempa. Mode 1 sebagai arah terlemah struktur dengan periode getar 1,261 detik, nilai partisipasi massa translasi sebesar 84,62% hal ini dapat dijadikan pembebanan gempa arah x. Mode 2 memiliki periode getar 1,093 detik dengan nilai partisipasi massa translasi sebesar 66,18% hal ini dapat dijadikan pembebanan gempa arah y. Mode 3 memiliki periode getar 1,056 detik dengan nilai partisipasi massa translasi 65,92% factor rotasi terlihat lebih kecil dari pada translasi arah x dan arah y, sehingga partisipasi massa translasi arah x dan arah y pada mode ini menjadi besar sebab arah goyangan gedung saling berlawanan.

Perhitungan Gempa Dinamik

Kurva respons spectrum ini dibuat menggunakan software Etabs C 19.0.0 berdasarkan data parameter desain spektrum respon yang diperoleh dari website rsa.ciptakarya.pu.go.id



Gambar 7. Parameter Desain Respon Spektrum
Sumber: rsa.ciptakarya.pu.go.id



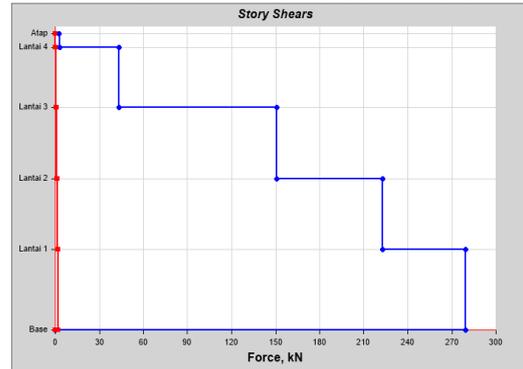
Gambar 8. Kurva Desain Respon Spektrum
Sumber: Etabs C 19.0.0

Untuk menghitung gaya dasar suatu bangunan harus mengetahui nilai T terlebih dahulu, karena nilai T diperlukan untuk mendapatkan koefisien getaran dasar (C) Diperoleh dari hasil kurva respon spektral, maka nilai tersebut dapat digunakan untuk menghitung besarnya kekuatan bangunan dasar (Wijaya 2013).

Tabel 4. Analisis Gempa Dinamik Arah X

Story	Elevasi m	Location	X-Dir kN	Y-Dir kN
Atap	14,665	Top	2,2698	0,0323
		Bottom	2,9923	0,0783
Lantai 4	14	Top	43,2979	0,4178
		Bottom	43,2979	0,4178
Lantai 3	11	Top	150,8718	1,0864
		Bottom	150,8718	1,0864
Lantai 2	7,5	Top	222,8761	1,2855
		Bottom	222,8761	1,2855
Lantai 1	4	Top	279,4088	1,8686
		Bottom	279,4088	1,8686
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

Sumber: Etabs C 19.0.0

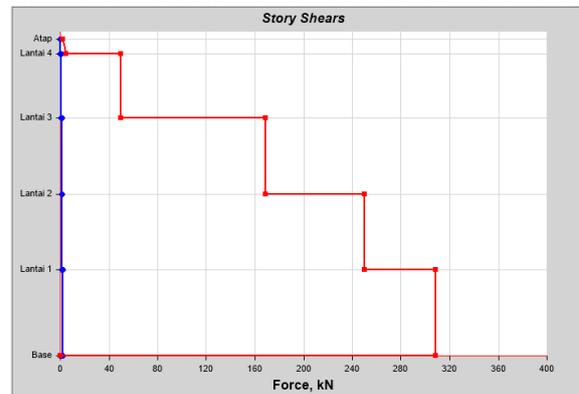


Gambar 9. Simpangan akibat gempa arah X
Sumber: Etabs C 19.0.0

Tabel 4. Analisis Gempa Dinamik Arah X

Story	Elevasi m	Location	X-Dir kN	Y-Dir kN
Atap	14,665	Top	0,0227	2,2291
		Bottom	0,0361	5,0322
Lantai 4	14	Top	0,5015	49,5955
		Bottom	0,5015	49,5955
Lantai 3	11	Top	1,1997	168,8925
		Bottom	1,1997	168,8925
Lantai 2	7,5	Top	1,3761	250,3665
		Bottom	1,3761	250,3665
Lantai 1	4	Top	1,8686	308,5256
		Bottom	1,8686	308,5256
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

Sumber: Etabs C 19.0.0



Gambar 10. Simpangan akibat gempa arah Y
Sumber: Etabs C 19.0.0

Tabel 5. Analisis Gaya Geser Dinamik Arah X dan Y

Story	Gaya Geser Dasar Dinamik	
	V_{spec-x} kN	V_{spec-y} kN
Lantai 3	214,02	214,02
Lantai 2	363,58	363,58
Lantai 1	459,84	459,84

Sumber: Perhitungan Etabs C 19.0.0

Sesuai dengan peraturan SNI 1726 2019, perlu dilakukan pengecekan nilai gaya geser dasar. Karena struktur bangunan yang dipertimbangkan tidak beraturan, maka nilai minimum kendali gaya geser dasar dinamis harus 100% dari gaya geser statis bagian bawah. Oleh karena itu, diperlukan nilai faktor desain skala untuk memenuhi nilai minimum gaya geser dinamis dasar. Faktor skala untuk gempa x adalah 1226,25 dan gempa y adalah 1226,25. Dengan demikian nilai gaya geser dasar dinamis ($V_{dinamik}$) untuk arah x adalah 459,84 kN dan untuk arah y adalah 459,84 kN.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah nilai periode getar Gedung Arsip Bank Lampung diperoleh sebesar 1,261 detik. Hasil tersebut masih berada pada rentang periode minimum dan periode maksimum, sehingga masih terbilang aman. Nilai kekakuan terbesar akibat beban gempa X adalah 2157,14 kN/m sedangkan nilai kekakuan terkecil adalah 1575,02 kN/m. Nilai kekakuan terbesar beban gempa Y adalah 2157,14 kN/m dan nilai kekakuan terkecil adalah 2157,14 kN/m; *Mode shape* 1 mengalami translasi arah x sebesar 84,62% dan *Mode Shape* 2 mengalami translasi arah y sebesar 66,18%, *Mode Shape* mengalami rotasi arah z sebesar 65,92%; Besarnya gaya geser dasar statik V statik sebesar 459,84 kN. Faktor skala arah gempa x adalah 1 dan arah gempa y adalah 1. Dengan demikian gaya geser dasar dinamik V dinamik untuk arah gempa x dan arah gempa y masing-masing diperoleh sebesar 461,02 kN dan 459,70 kN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Zulfa, "Penentuan resiko gempabumi berdasarkan pola percepatan getaran tanah maksimum dengan metode Atkinson Boore: Studi kasus Wilayah Jawa Barat." Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2018.
- [2] M. Fakhruddin, M. Syazali, and K. C. Pradana, "Alternative ways to handle missing values problem: A case study in earthquake dataset," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1796, no. 1, pp. 1–9, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1796/1/012123.
- [3] D. Wardyaningrum, "Konstruksi pemberitaan pada periode pemulihan bencana di Palu, Sulawesi Tengah," 2021.
- [4] I. Purnamasari, "Pengaruh Profitabilitas, Likuiditas, Leverage, dan Kebijakan Deviden terhadap nilai perusahaan: Studi Pada Jakarta Islamic Index Tahun 2012-2016." Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2018.
- [5] M. N. Sholeh, U. C. Sari, and S. Fauziyah, "Pendampingan Masyarakat Pada Perencanaan Desain Awal dalam Rangka Peningkatan Fungsi Mushala Miftahul Jannah," *J. Pengabd. Vokasi*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [6] M. Musbar, R. Syahyadi, A. Muhyi, and T. Riyadhshyah, "Pelatihan Analisis Struktur Dan BIM Kontruksi Bangunan Gedung Untuk Alumni Jurusan Teknik Sipil," in *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2020, vol. 4, no. 1, pp. 69–73.
- [7] H. P. Adi and S. I. Wahyudi, "Desain platform untuk konstruksi bangunan apung." Semarang: UNISSULA PRESS, 2021.
- [8] D. A. R. Putri, E. Rahmawati, and H. Sofyani, "Asimetri Informasi Dan Mandatory Disclosure Konvergensi International Financial Reporting Standard: Efek Terhadap Relevansi Nilai Informasi Laba Dan Nilai Buku," *Media Ris. Akuntansi, Audit. Inf.*, vol.

- 18, no. 1, pp. 1–18, 2018.
- [9] N. W. M. T. Lamia, R. E. Pandaleke, and B. D. Handono, “Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Denah Bangunan Berbentuk ‘L,’” *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 4, 2020.
- [10] A. B. Siswanto, “Kriteria Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa,” *J. Tek. Sipil*, vol. 11, pp. 59–72, 2018.
- [11] F. Kurnia and D. Ariyani, “Analisa Linear Bangunan Gedung Terhadap Beban Angin Dengan Pengaku Outtrigger,” *J. Tek.*, vol. 15, no. 2, pp. 194–200, 2021.
- [12] J. Juhariadi, A. Novan, and A. Kurniawandy, “Pengaruh Variasi Suhu dan Durasi Pembakaran terhadap Kuat Tekan Beton Pasca Bakar,” *Neliti.Com*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2015.
- [13] M. F. Harahap and M. Fauzan, “Perilaku dinamik pada struktur Apartemen Metro Galaxy Park terhadap beban gempa,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 4, no. 3, pp. 195–206, 2019.
- [14] R. Imani, R. Nasmirayanti, U. D. Arman, and A. Sari, “Analisa Beban Lateral Akibat Gempa Dengan Metode Statik Ekuivalen,” *Rang Tek. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–16, 2021.
- [15] M. Kristiyanto and P. Sukamdo, “Pengembangan Spektra Respon Elastis Gempa Mamuju Sebagai Rekomendasi Spektra Respon untuk Bangunan Gedung di Indonesia,” *Syntax Lit. J. Ilm. Indones.*, vol. 7, no. 2, pp. 2929–2941, 2022.
- [16] B. Septianto, D. Christianto, and H. Pranata, “Evaluasi Struktur Sistem Rangka Gedung Dengan Dinding Geser Berbasis Kinerja,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 105–114, 2019.
- [17] C. A. Perdana, K. Koespiadi, and H. Sutowijoyo, “Desain Apartemen 34 Lantai (Tipe Soho) dengan Sistem Ganda, Berbasis Gaya, Menggunakan Seismic Isolated Structure,” *Civilla J. Tek. Sipil Univ. Islam Lamongan*, vol. 5, no. 2, pp. 422–429, 2020.
- [18] R. Rendra, “Modal Sosial Dalam Implementasi Program Penguatan-Lembaga Distribusi Pangan Masyarakat (Ldpm) Di Kabupaten Tanjung Jabung Barat,” *J. Agribus. Local Wisdom*, vol. 1, no. 1, pp. 100–116, 2018.