

REVIEW DESAIN GEDUNG KANTOR BAPPENDA KABUPATEN BOGOR DENGAN ANALISIS BEBAN GEMPA DINAMIK RESPON SPEKTRUM

Samsul Azi

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas
Muhammadiyah Sukabumi, Indonesia
E-mail: samazis0857@gmail.com

Abstrak

Gedung Bappenda Kabupaten Bogor adalah gedung yang mengalami perubahan desain pada saat pembangunan berlangsung. Dimana terjadi penambahan lantai pelayanan yang pada perencanaannya didesain sebagai bangunan 2 lantai namun pada pelaksanaannya dibangun mejadi 3 lantai tanpa adanya analisis struktur terlebih dahulu. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kinerja dan kapasitas struktur terhadap gaya luar yang bekerja ditinjau dari standar perencanaan serta peta gempa terbaru. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program Etabs versi 18.2 dengan mengasumsikan sistem struktur menggunakan SRPMK dilanjutkan dengan analisis element struktur dengan cara manual berdasarkan SNI 03-2847-2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas lentur dan geser balok tidak dapat menahan moment dan gaya geser ultimit yang terjadi, sedangkan Kapasitas aksial kolom masih bisa menahan gaya aksial ultimit yang terjadi tetapi kapasitas lentur kolom tidak dapat menahan moment ultimit yang terjadi serta persyaratan kekangan dan *Strong Column Weak Beam* tidak terpenuhi. Sehingga gedung ini perlu dilakukan perkuatan/retrofiting.

Kata Kunci: Review, Desain, Kapasitas, Retrofiting, Kekangan.

Abstract

Bogor county bappenda's building was one of those that suffered design changes during construction. The development of the service floor has been designed as a two-story building, but the process has been built into three floors without any structural analysis. The purpose of this study is to know the performance and structural capacity of the external force at work according to standard planning and current earthquake maps. Structural analysis conducted using a version 18.2 version of etabs program assuming structural systems using SRPMK followed by manual element analysis based on SNI 03-2847-2019. Analysis shows that the capacity of bending and slide beams cannot hold the occurrence of both the moments and the shear beams, while the axial capacity can still withstand the ultimate axial forces that occur but that the flexible capacities of columns could not hold the occurrence moments and the confinement and strong column weak beam requirements are unfulfilled. So the building needs to retrograde.

How to cite:	Samsul Azi (2022) Review Desain Gedung Kantor Bappenda Kabupaten Bogor dengan Analisis Beban Gempa Dinamik Respon Spektrum, <i>Syntax Literate : Jurnal Ilmiah Indonesia</i> (7)12, http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i12.10702
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

Keyword: *Review, Design, Capacity, Retrofitting, Confinement.*

Pendahuluan

Dalam perencanaanya, gedung Bappenda direncanakan dengan standar peraturan gempa menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726 : 2002 dan SNI 2847 : 2002 untuk tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan Gedung. SNI 1726 : 2002 dengan tinjauan pengaruh gempa rencana periode ulang 500 tahun sedangkan pada SNI 1726 tahun 2012 dan 2019 mensyaratkan pengaruh gempa harus ditinjau dengan periode ulang 2500 tahun (Wijaya, 2018). Gempa rencana yang menggunakan periode ulang 500 tahun akan berdampak terhadap beban geser akibat gempa jika gempa rencananya menggunakan periode ulang 2500 tahun. (Faizah, 2013) Hal ini pula akan membuat output gaya dalam yang berbeda dan penulangan struktur yang berbeda pula (Pamungkas & Harianti, 2018).

Seiring dengan sering terjadinya gempa besar di Indonesia, dimana Indonesia berada pada pertemuan 3 lempeng (Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik), maka Badan Standarisasi Nasional (BSN) juga menetapkan standar peraturan yang terbaru seperti Standar Nasional Indonesia 1726 : 2019 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan nongedung yang merupakan revisi dari Standar Nasional Indonesia 1726 : 2012, Standar Nasional Indonesia 2847 : 2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung yang merupakan revisi dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013, dan Standar Nasional Indonesia 1727 : 2019 tentang Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain yang merupakan revisi dari Standar Nasional Indonesia 1727 : 2013 (Badan Standarisasi Nasional, 2002) (Badan Standardisasi Nasional, 2012) (Badan Standarisasi Nasional, 2019).

Perubahan yang signifikan SNI 1726 : 2019 yang mengacu dari ASCE/SEI 7-16, FEMA P-1050-15, *International Building Kode* 2015 terhadap 1726 : 2012 yang mengacu dari ASCE/SEI 7-10, FEMA P-7502009, *International Building Kode* 2009, adalah perubahan peta gempa, *respon spektrum*, koefisien situs, dan penskalaan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Badan Penelitian dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman. Tim Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Perubahan-perubahan tersebut dimungkinkan akan mempengaruhi struktur yang didesain secara signifikan. Berdasarkan hal tersebut diatas, maka struktur gedung badan pengelolaan pendapatan daerah kabupaten Bogor akan direview dengan menggunakan standar peraturan yang terbaru (Council, 1996).

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aman tidaknya kinerja struktur setelah ditinjau dengan standar peraturan yang terbaru, juga untuk mengetahui kapasitas dimensi terhadap beban yang bekerja, serta mengetahui kuat tidaknya tulangan eksisting terhadap beban yang bekerja (Yanto, Imani, & Andika, 2019). Lokasi penelitian ini berada di Jl. Tegar Beriman Kelurahan Pakansari, Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Moemn Khusus) adalah Struktur yang didesain dengan syarat pendetailan yang ketat sehingga menghasilkan struktur yang memiliki daktilitas tinggi (Liando, Dapas, & Wallah, 2020).

Secara garis besar, prinsip SRPMK terdiri dari, *Strong- Column/weak-beam*, tidak terjadi kegagalan geser pada balok, kolom dan joint, memiliki syarat pendetailan yang membuat struktur lebih daktail. Persyaratan perencanaan komponen struktur lentur SRPMK sesuai SNI Beton 2847-2019 pasal 18.6.1 dan pasal 18.6.2 yaitu, Gaya Tekan aksial terfaktor pada komponen struktur, P_u tidak boleh melebihi dari $A_g f_c' / 10$, Panjang bentang bersih untuk komponen struktur, l_n , tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya, Lebar komponen, b_w tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari 0,3 h dan 250 mm, serta proyeksi lebar balok yang melampaui lebar kolom penumpu tidak boleh melebihi nilai terkecil dari c_2 dan $0,75 c_1$ pada masing-masing kolom.

1. Pemeriksaan Kapasitas Lentur Balok

Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 22.2.2.4.1 kapasitas lentur nominal terfaktor harus lebih besar dari momen ultimit yang terjadi. perhitungan kapasitas lentur balok sebagai berikut :

- a. Menghitung Blok tegangan

$$a \leq \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b}$$

- b. Menghitung jarak serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c \leq \frac{a}{\beta_1}$$

- c. Menghitung Kapasitas lentur nominal terfaktor

$$\phi M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - 1/2 a)$$

2. Pemeriksaan Kapasitas Geser Balok

Berdasarkan SNI 03-2847-2019 pasal 18.6.5.1 gaya geser, V_e yang dipakai dalam menentukan kapasitas geser dengan sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah dengan menjumlahkan gaya geser mungkin yang timbul pada muka-muka joint ditambah dengan gaya geser hasil kombinasi gravitasi. Adapun tahapannya sebagai berikut :

- a. Menghitung Tinggi Blok tegangan Mungkin

$$a_{pr} = \frac{A_s \times 1,25 f_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

- b. Menentukan Nilai M_{pr}

$$M_{pr} = A_s (1,25 f_y) \left(d - \frac{a_{pr}}{2} \right)$$

- c. Menghitung gaya geser mungkin pada muka Joint.

$$V_{pr} = \frac{M_{pr-} + M_{pr+}}{l_n}$$

- d. Menentukan Gaya Geser Desain

$$V_s = V_{pr} + V_g$$

3. Pemeriksaan Kapasitas Torsi Balok

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 pasal 22.74.1 tulangan torsi dihitung apabila nilai Torsi ultimit, $T_u > \phi T_{cr} / 4$. Dimana diambil persamaan tersebut dihitung sebagai berikut :

$$T_{cr} = 0,33 \times \sqrt{f_c'} \times A_{cp}^2 / P_{cp}$$

Dimana :

$$A_{cp} = b \times h$$

$$P_{cp} = 2 \times (b + h)$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 pasal 22.7.7.1 bahwa dimensi balok harus diperiksa terhadap kecukupan penampangnya penampang dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut :

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot P_h}{1,7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0,66 \sqrt{f_c'}\right)$$

a. Tulangan Transversal Torsi

Berdasarkan pasal 22.7.6.1 SNI 2847- 2019, kebutuhan tulangan transversal torsi ditentukan dengan :

$$A_t/s = \frac{T_u}{2 \times \phi A_o \times f_y}$$

Namun berdasarkan pasal 9.6.4.2 SNI 2847-2019, ada syarat minimum untuk kebutuhan tulangan transversal torsi dan geser, yaitu :

- 1) $0,062 \sqrt{f_c'} \times \frac{b_w}{f_y}$
- 2) $0,35 \times b_w / f_y$

Pada pasal 22.7.6.1 SNI 2847 : 2019, kebutuhan tulangan transversal torsi harus digabungkan dengan kebutuhan tulangan geser, $A_v + t/s$.

b. Tulangan Longitudinal Torsi

Berdasarkan pasal 22.7.6.1 SNI 2847- 2019, tulangan longitudinal torsi, A_l ditentukan sebagai berikut :

$$A_l = A_t/s \times P_h$$

Dimana :

$$P_h = 2 \times (X_0 + Y_0)$$

$$X_0 = h - 2 c_c - d_s$$

$$Y_0 = b - 2 c_c - d_s$$

4. Kontrol Analisis

Setelah hasil pemodelan dan analisis struktur dilakukan, maka struktur harus diperiksa terhadap standar dan peraturan yang berlaku sebagai berikut :

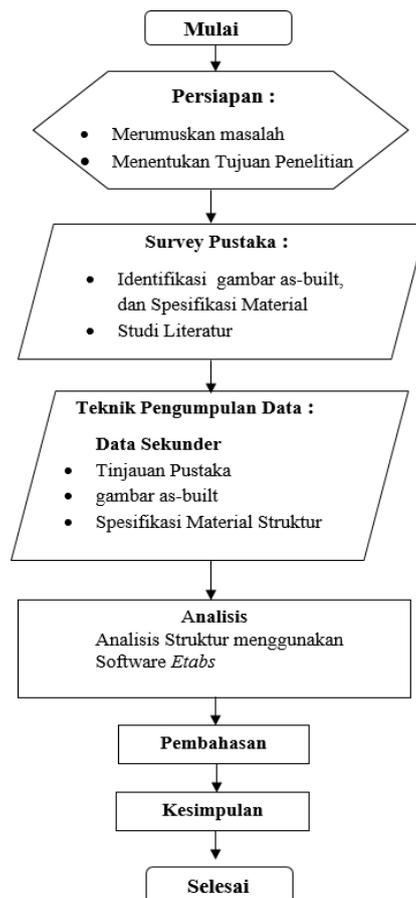
- a. Periode Fundamental
- b. Partisipasi massa
- c. Gaya Geser Nominal (*Base Shear*)
- d. Simpangan Antar Lantai

Setelah struktur memenuhi persyaratan diatas, maka selanjutnya dilanjutkan pada desain komponen struktur.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif yaitu metode ini dipakai peneliti untuk menganalisis data yang didapat dari lapangan yang berupa angka dan diolah menjadi hasil yang kemudian disimpulkan.

1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

A. Kapasitas Lentur Balok

Dari hasil analisis yang dilakukan berdasarkan data dari asbuilt drawing berupa jumlah tulangan, kuat tarik tulangan dimensi struktur dan kuat tekan beton. didapat hasil Analisis kapasitas balok eksisting pada gedung Bappenda Kabupaen bogor sebagai berikut :

Tabel 1.
Perbandingan ϕ Mn dan Mu Balok

Lantai	Tipe Balok	ϕ Mn	Mu	Cek	
		Tul. Tarik	Tul. Tarik		
		Tul. Tekan	Tul. Tekan		
Lantai 1	B1	1143.61	1358.95	Not Ok	
		618.44	270.29	OK	
	B2	530.4	407.12	OK	
		408.90	170.87	OK	
		B4	131.73	127.72	OK
		82.32	27.99	OK	
Lantai 2	B1	1143.61	1538.87	Not Ok	
		618.44	508.67	OK	
	B2	530.4	407.12	OK	
		408.90	150.38	OK	
		B4	131.73	41.6	OK
		82.32	57.31	OK	
Lantai 3	B1	1143.61	1478.96	Not Ok	
		618.44	254	OK	
	B2	530.4	507,25	OK	
		408.90	192,32	OK	
		B4	131.73	107,06	OK
		82.32	63,04	OK	
Atap	B1	1143.61	1146.96	Not Ok	
		618.44	254	OK	
	B2	530.4	273.87	OK	
		408.90	109.25	OK	
		B4	131.73	61.38	OK
		82.32	23.2	OK	

Kapasitas lentur pada balok B1 lantai 1 dan lantai 2 lebih kecil dari momen yang terjadi seperti terlihat pada tabel 1. Sehingga balok yang mengalami kegagalan lentur harus diperkuat.

B. Kapasitas Geser

Tabel 2.
Perbandingan Vn dan Vu Balok

Tipe Balok	ϕ Vn	Vu	Cek		
	Tumpuan	Tumpuan			
		Lapangan	Lapangan		
B1	556,5	688,3	Not Ok		

	469,4	437,65	OK
B2	176,85	305,06	Not Ok
	117,84	155,21	Not Ok
B4	177,67	103,06	OK
	139,48	58,99	OK

Kapasitas geser pada balok B1 tumpuan, B2 area tumpuan-lapangan lebih kecil dari gaya terjadi seperti terlihat pada tabel 2. Sehingga balok yang mengalami kegagalan geser harus diperkuat.

C. Kapasitas Torsi

Kapasitas torsi dihitung berdasarkan perbandingan tulangan torsi yang terpasang dengan tulangan torsi yang dibutuhkan.

Tabel 3.
Perbandingan Luas Terpasang Tul. Torsi dengan Luas Tul. Torsi yang dibutuhkan

Tipe Balok	As Torsi Pasang (mm ²)		As Torsi Butuh (mm ²)		Cek
	Tranversal		Tranversal		
	Longitudinal		Longitudinal		
B1	1,57	414,48	8,99	1983	Not Ok
					Not Ok
B2	1,57	265,48	5,93	929	Not Ok
					Not Ok
B4	1,57	265,48	3,81	1082	Not Ok
					Not Ok

Dari tabel 3 bisa dilihat bahwa tulangan torsi yang terpasang lebih kecil dari tulangan torsi yang dibutuhkan, sehingga kapasitas torsi pada balok harus ditambah.

D. Kolom K1a

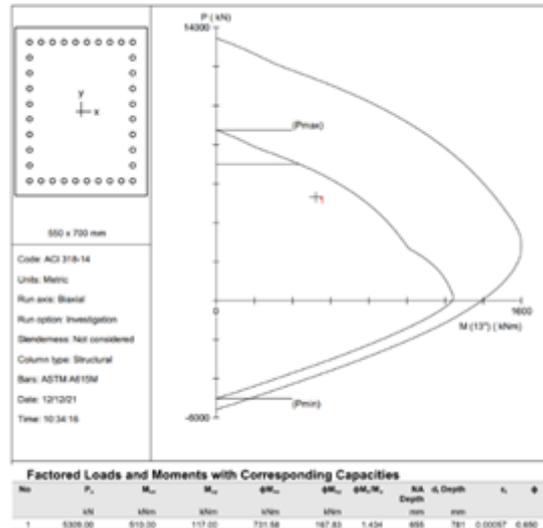
Berdasarkan hasil Analisa program Etabs didapat :

$$P_u = 5309,48 \text{ kN}$$

$$M_{ux} = 117,55 \text{ kNm}$$

$$M_{uy} = 509,35 \text{ kNm}$$

Setelah dianalisa menggunakan program bantu Sp colum, kolom K1a masih bisa menahan beban aksial dan lentur yang terjadi seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 2. Diagram Interaksi Kolam K1a

Kapasitas geser pada kolom K1a dari hasil perhitungan adalah 715,01 kN sedangkan gaya geser desain yang terjadi 604,28 kN (OK).

E. Kontrol Strong Column-Waek Beam K1a

$$M_{nc \text{ Basement}} = \frac{\phi M_{nc}}{\phi} = \frac{731,58}{0,650}$$

$$= 1125,50 \text{ kNm}$$

$$M_{nc \text{ Lt.1}} = \frac{\phi M_{nc}}{\phi} = \frac{554,48}{0,650}$$

$$= 853,04 \text{ kNm}$$

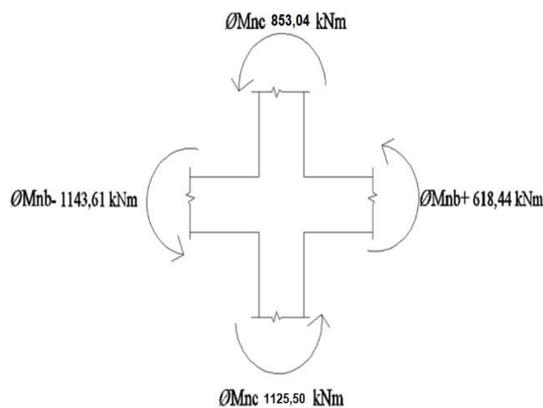
$$\Sigma M_{nc} = 1125,50 + 853,04$$

$$= 1978,54 \text{ kNm}$$

$$1,2 \Sigma M_{nb} = 1,2 (1143,61 + 618,44)$$

$$= 2114,46 \text{ kNm}$$

Karena $\Sigma M_{nc} < 1,2 \Sigma M_{nb}$ maka Tidak Memenuhi (Not Ok)



Gambar 3. Ilustrasi kuat momen nominal pada HBK K1

F. Kolom K1

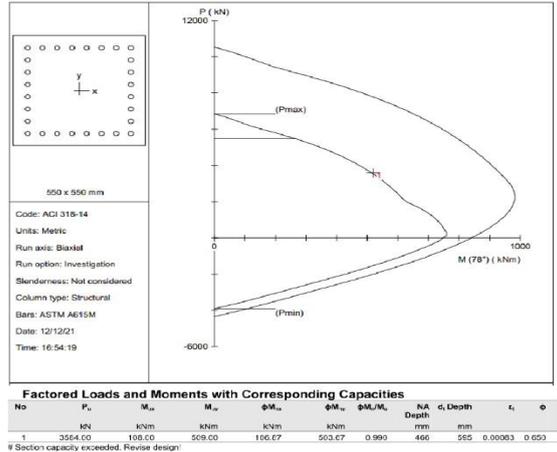
Berdasarkan hasil Analisa program Etabs didapat :

$$P_u = 3583,67 \text{ kN}$$

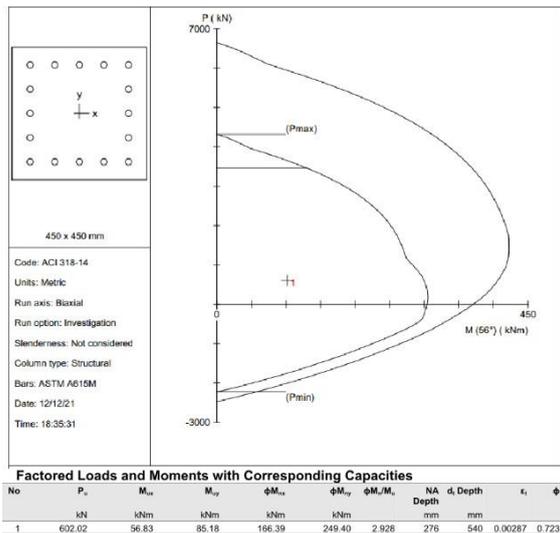
$$M_{ux} = 117,09 \text{ kNm}$$

$$M_{uy} = 508,76 \text{ kNm}$$

Setelah dianalisa menggunakan program bantu Sp colum, kolom K1 masih bisa menahan beban aksial namun tidak bisa menahan momen yang yang terjadi seperti terlihat pada gambar 6



Gambar 4. Diagram Interaksi kolom K1



Gambar 5. Ilustrasi kuat momen nominal pada HBK K1

Kapasitas geser pada kolom K1a dari hasil perhitungan adalah 468,32 kN sedangkan gaya geser desain yang terjadi 126,33 kN (OK).

G. Kontrol Strong Column-Waek Beam K1

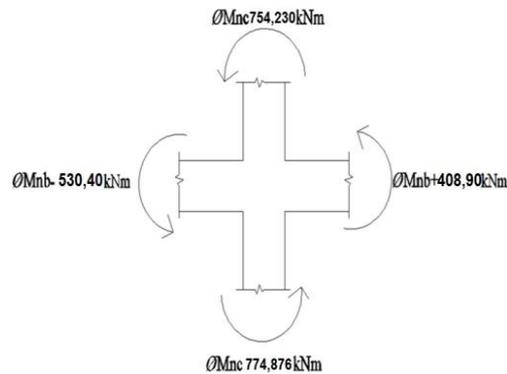
$$M_{nc \text{ Basement}} = \frac{\phi M_{nc}}{\phi} = \frac{503,67}{0,650} = 774,876 \text{ kNm}$$

$$M_{nc \text{ Lt.1}} = \frac{\phi M_{nc}}{\phi} = \frac{490,25}{0,650}$$

$$\begin{aligned} &= 754,23 \text{ kNm} \\ \sum M_{nc} &= 774,876+754,230 \\ &= 1529,10 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,2 \sum M_{nb} &= 1,2 (530,40+408,90) \\ &= 1127,16 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Karena $\sum M_{nc} > 1,2 \sum M_{nb}$ maka Memenuhi (Ok).



Gambar 6. Diagram Interaksi Kolom K2

H. Kolom K2

Berdasarkan hasil Analisa program Etabs didapat :

$$P_u = 602,02 \text{ kN}$$

$$M_{ux} = 56,83 \text{ kNm}$$

$$M_{uy} = 85,18 \text{ kNm}$$

Setelah dianalisa menggunakan program bantu Sp colum, kolom K2 masih bisa menahan beban aksial dan lentur yang terjadi seperti terlihat pada gambar 7. Kapasitas geser pada kolom K1a dari hasil perhitungan adalah 300,18 kN sedangkan gaya geser desain yang terjadi 76,53 kN (OK).

I. Kontrol Strong Column-Waek Beam K1

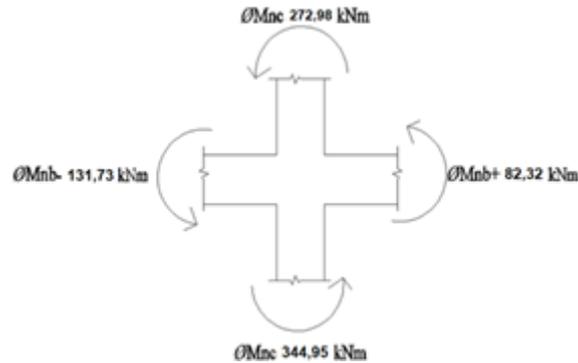
$$M_{nc \text{ Basement}} = \frac{\phi M_{nc}}{\phi} = \frac{249,4}{0,723} = 344,95 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_{nc \text{ Lt.1}} &= \frac{\phi M_{nc}}{\phi} = \frac{209,11}{0,766} \\ &= 272,98 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{nc} &= 344,95 + 272,98 \\ &= 617,93 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,2 \sum M_{nb} &= 1,2 (131,73+ 82,32) \\ &= 256,86 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Karena $\sum M_{nc} > 1,2 \sum M_{nb}$ maka Memenuhi (Ok).



Gambar 7. Ilustrasi kuat momen nominal pada HBK K2

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada bab-bab sebelumnya, didapat kesimpulan sesuai dengan tujuan Tugas akhir sebagai berikut :

1. Untuk kinerja struktur, bangunan ini masih memenuhi persyaratan bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726 : 2019.
2. Struktur balok :
 - a. Balok B1
Pada area tulangan tarik tumpuan di semua lantai hampir semua mengalami gagal lentur serta tulangan transversal maupun tulangan torsi pada balok masih belum cukup kuat menahan gaya geser dan torsi yang terjadi.
 - b. Balok B2
Untuk kapasitas lentur masih mampu menahan momen yang terjadi dan dimensi balok masih mampu menahan kombinasi geser dan torsi secara bersamaan tetapi tulangan geser dan torsi tidak cukup kuat untuk menahan gaya geser dan torsi yang terjadi.
 - c. Balok B4
Untuk kapasitas lentur, tulangan balok ini (eksisting) masih dapat menahan momen yang terjadi tetapi tidak dapat menahan kombinasi geser dan torsi.
3. Struktur kolom :
 - a. Kolom K1 a
Kolom masih dapat menahan gaya dalam aksial lentur ultimit, serta kapasitas geser kolom eksisting masih sanggup menahan gaya geser ultimit yang terjadi tetapi persyaratan *Strong Column Weak Beam* .
 - b. Kolom K1
Kapasitas aksial eksisting kolom masih dapat menahan gaya aksial ultimit yang terjadi tetapi kapasitas eksisting lentur kolom tidak dapat menahan gaya dalam momen ultimit yang terjadi tetapi persyaratan *Strong Column Weak Beam* dan terpenuhi.
 - c. Kolom K2

Kapasitas aksial-lentur eksisting kolom masih dapat menahan gaya aksial – lentur ultimit yang terjadi serta persyaratan *Strong Column Weak Beam* terpenuhi.

Melihat kerumitan yang beragam dalam analisis/perencanaan struktur gedung maka perlu adanya pemahaman yang baik mengenai statika dan mekanika dalam menganalisis struktur. Adapun saran-saran dari penulis terkait penelitian yaitu struktur yang mengalami over kapasitas terhadap gaya dalam yang terjadi harus segera dilakukan perkuatan (*retrofitting*) untuk menghindari kegagalan struktur dan menyebabkan korban jiwa ketika beban gempa yang terjadi serta perkuatan struktur sebaiknya dengan menggunakan *CFRP* agar lebih cepat dalam pengerjaanya sehingga tidak terlalu mengganggu kegiatan operasional bangunan.

BIBLIOGRAFI

- Council, Appiied Teehnoigy. (1996). Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. *Report No. SSC 96-01: ATC-40, 1*.
- Faizah, Restu. (2013). Analisis Gaya Gempa Rencana Pada Struktur Bertingkat Banyak Dengan Metode Dinamik Respon Spektra. *Universitas Sebelas Maret*.
- Liando, Frinsilia Jaglien, Dapas, Servie O., & Wallah, Steenie E. (2020). Perencanaan struktur beton bertulang gedung kuliah 5 lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Nasional, Badan Standardisasi. (2012). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. *Sni, 1726*, 2012.
- Nasional, Badan Standarisasi. (2002). Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726–2002). *Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum*.
- Nasional, Badan Standarisasi. (2019). SNI-03-2847-2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.
- Nasional, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Badan Penelitian dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman. Tim Pusat Studi Gempa. (2017). *Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia tahun 2017*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian
- Pamungkas, Anugrah, & Harianti, Erny. (2018). Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa. *Andi Offset, Yogyakarta*.
- Wijaya, Tavio Usman. (2018). Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design). *Andi. Yogyakarta*.
- Yanto, Nugrafindo, Imani, Rafki, & Andika, Zulva. (2019). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Rumah Sakit Paru Sumatera Barat dengan Pushover Analysis. *Civil Engineering Collaboration*, 1–9.

Copyright holder:

Samsul Azi (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

