



## Perencanaan Struktur Atas Gedung Kuliah Bersama Universitas Negeri Malang Dengan Menggunakan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 <sup>1</sup>

*Design of the Upper Structure of the Joint Lecture Building, State University of Malang Using SNI 2847:2019 and SNI 1726:2019*

Dhaniar Muchlis Prayoga <sup>a,2</sup>, Winda Tri Wahyuningtyas <sup>b</sup>, Dwi Nurtanto <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

<sup>b</sup> Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR, Jl. Patimura No.20 Selong, Keb. Baru, Jakarta Selatan, DKI Jakarta

<sup>c</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

### ABSTRAK

Kelayakan suatu bangunan umumnya ditinjau dari segi keamanan yang ditinjau terhadap semua kemungkinan beban yang akan terjadi padanya. Selain itu pada bangunan beton bertulang, seorang perencana dituntut untuk membangun suatu struktur yang daktail, yaitu bangunan yang mampu menahan beban-beban yang dipikulnya sebelum akhirnya bangunan tersebut mengalami keruntuhan. Hal ini tentu saja dipengaruhi oleh dinamika kondisi alam seperti halnya gempa bumi yang semakin hari memiliki potensi bahaya yang semakin besar, seperti ditunjukkan pada peta gempa dari tahun ke tahun. Melihat fenomena tersebut spesifikasi gedung perlu di tingkatkan guna memenuhi aspek kekuatan struktur tahan gempa. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan gedung kuliah bersama di Universitas Negeri Malang menggunakan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Hasil dari program analisis struktur menunjukkan simpangan antar lantai sebesar 85.4 mm pada arah x dan 49.5 mm pada arah y. Hasil dari pembebanan gempa menggunakan metode respon spektrum menghasilkan gaya geser dasar sebesar 19165.9 kN pada arah x dan 19251.8 kN pada arah y. Sedangkan berdasarkan hasil analisis modal didapatkan nilai kumulatif partisipasi massa sebesar 95.7% pada arah x dan 95.4% pada arah y. Dari desain masing-masing komponen struktur didapatkan kekuatan/tahanan ( $\phi R_n$ ) yang melebihi dari kuat perlunya ( $R_u$ ).

*Kata kunci: kunci: perencanaan struktur gedung, SNI 2847:2019, SNI 1726:2019.*

### ABSTRACT

The feasibility of a building is generally viewed from a safety perspective which is reviewed against all possible loads that will occur on it. Meanwhile, in reinforced concrete buildings, a planner is required to build a ductile structure, namely a building that can withstand the loads it carries before the building collapses. This is of course influenced by the dynamics of natural conditions, such as earthquakes, which are increasingly dangerous, as shown on earthquake maps from year to year. Seeing this phenomenon, the building specifications need to be improved to meet the strength aspects of earthquake-resistant structures. The purpose of this research is to plan a joint lecture building at the State University of Malang using SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019. The results of the structural analysis program show that the inter-story drift is 85.4 mm in the x-direction and 49.5 mm in the y-direction. The results of earthquake loading using the response spectrum method produced a basic shear of 19165.9 kN in the x-direction and 19251.8 kN in the y-direction. Meanwhile, based on the results of the modal analysis, the cumulative value of mass participation was 95.7% in the x-direction and 95.4% in the y-direction. From the design of each structural component, the strength/resistance ( $\phi R_n$ ) exceeds the required strength ( $R_u$ ).

*Keywords: structure design, SNI 2847:2019, SNI 1726:2019.*

<sup>1</sup> Info Artikel: Received: 29 Juli 2020, Accepted: 25 Mei 2022.

<sup>2</sup> Corresponding Author: Dhaniar Muchlis Prayoga, [muchlisprayoga89@gmail.com](mailto:muchlisprayoga89@gmail.com).

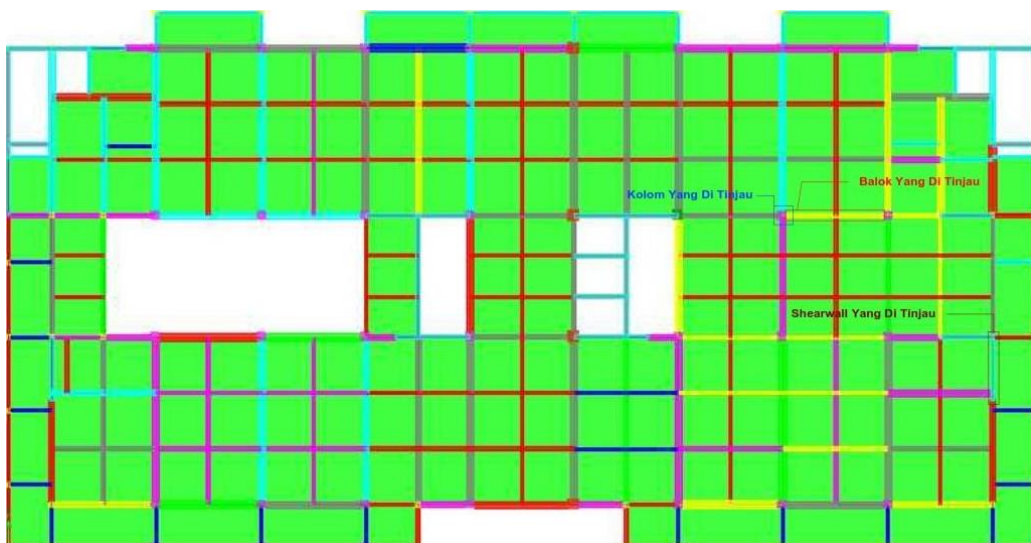
## **PENDAHULUAN**

Kelayakan suatu bangunan ditinjau dari segi keamanan dan tingkat pelayanannya, dengan kata lain sebagai seorang perencana dituntut untuk menciptakan suatu struktur yang daktail, yaitu bangunan yang mampu menahan beban-beban yang dipikulnya sebelum akhirnya bangunan tersebut kolaps. Hal ini tentu saja dipengaruhi oleh dinamika kondisi alam seperti halnya gempa bumi yang semakin hari memiliki potensi bahaya yang semakin besar, seperti ditunjukkan pada peta gempa dari tahun ke tahun. Melihat fenomena tersebut spesifikasi gedung perlu di tingkatkan guna memenuhi aspek kekuatan struktur tahan gempa. GKB UM terletak pada Kota Malang, berdasarkan data tanah kelas situs pada titik yang ditinjau sedalam 30-meter adalah SC dan kategori desain seismik D. perencanaan struktur menggunakan SRPMK harus dilakukan sesuai standar SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 agar komponen strukturnya mampu menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser, aksial dan torsi.

Dalam analisis dan design komponen struktur, pembebanan bangunan gedung menggunakan peraturan SNI 1727:2013. Analisis struktur terkait kegempaan menggunakan SNI 1726:2019. Desain komponen struktur dilakukan dengan menggunakan persyaratan dan prosedur desain khusus, yaitu dinding struktural khusus dan juga rangka pemikul momen khusus yang tercantum dalam SNI 2847:2019.

## **METODOLOGI**

Analisis struktur dari model gedung menggunakan program bantu dengan prosedur analisis kegempaan respons spektrum dengan faktor skala lebih dari sama dengan gaya geser dasar statik ekuivalen dibagi dengan gaya geser dasar respons spektra kemudian mengontrol simpangan dan stabilitas antar lantainya. Desain dstruktur dari gedung dilakukan secara otomatis untuk komponen balok, kolom, pelat dan shearwall.



Gambar 1. Denah struktur lantai 2

Data struktur dalam penelitian ini dapat dideskripsikan seperti berikut:

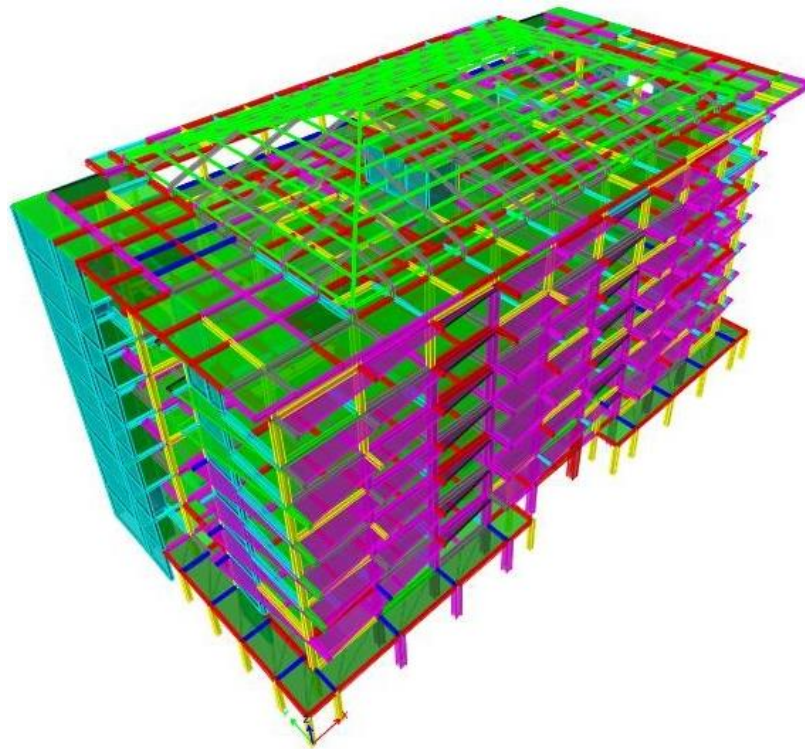
Nama Gedung : Gedung Kuliah Bersama UNM  
Fungsi Gedung : Bangunan gedung sekolah

Tinggi Gedung	: 42.45 m
Tinggi antar lantai	: 4.5 - 5 m
Mutu tulangan ( $f_y$ )	: 400 Mpa
Mutu beton ( $f_c'$ )	: 30 Mpa
Kategori desain seismic	: D
Faktor keutamaan bangunan	: 1.5

## **PEMBAHASAN**

### **Pemodelan Struktur**

Pemodelan struktur menggunakan program bantu dan dimodelkan secara utuh.



Gambar 2. Pemodelan struktur 3d

### **Validasi Input Pembebanan Struktur**

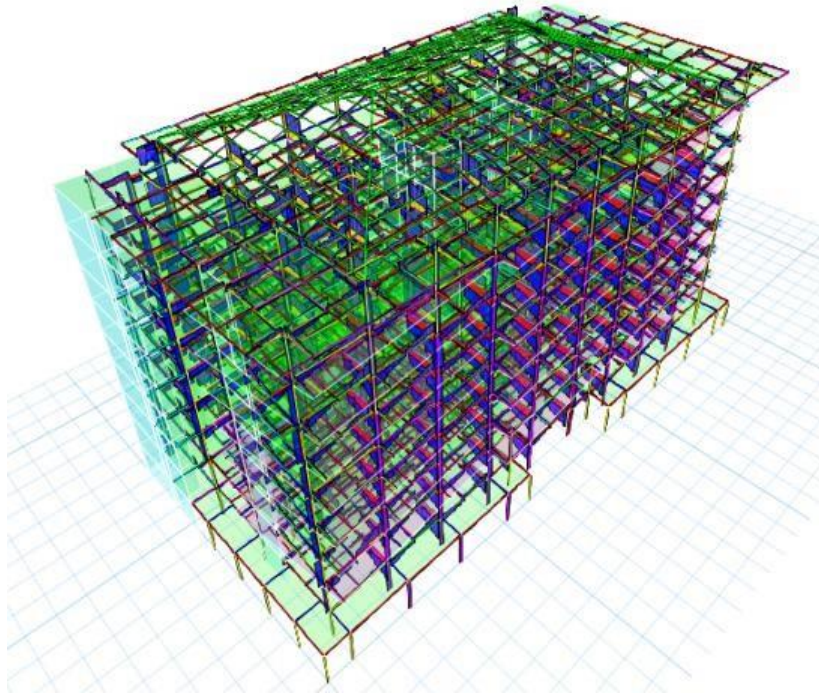
Validasi error untuk pembebanan pada model struktur harus  $< 10\%$  (Virgiansyah : 2018). error dari pembebanan model adalah:

$$\frac{|P_{hitung} - P_{program}|}{P_{program}} \times 100\% < 10\% \quad (1)$$

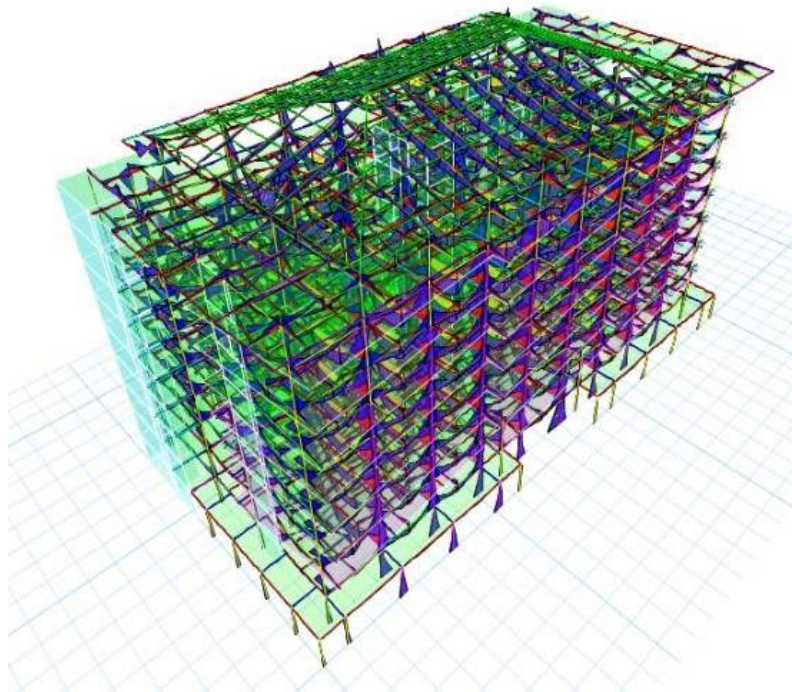
$$9.3\% < 10\% \quad (\text{OK})$$

### **Analisis Struktur**

Dari hasil running program bantu didapatkan hasil gaya dalam seperti ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Diagram gaya geser



Gambar 4. Diagram gaya momen

### **P engecekan Perilaku Struktur**

#### ***Rasio partisipasi modal massa***

Berdasarkan analisis dengan menggunakan program bantu di dapatkan nilai partisipasi modal massa pada arah x sebesar 95.7% dan pada arah y sebesar 95.4%.

Tabel 1. Rekapitulasi partisipasi massa

Case	Mode	Period (s)	UX	UY
Modal	1	1.21	0.60	0.00
Modal	2	0.80	0.00	0.69
Modal	3	0.60	0.07	0.00
Modal	4	0.27	0.18	0.00
Modal	5	0.20	0.00	0.20
Modal	6	0.15	0.02	0.00
Modal	7	0.12	0.07	0.00
Modal	8	0.10	0.00	0.06
Modal	9	0.08	0.00	0.00
Modal	10	0.08	0.00	0.00
Modal	11	0.08	0.00	0.00
Modal	12	0.08	0.03	0.00
Total			0.96	0.95

***Pengecekan kontribusi sistem rangka untuk 25% gaya lateral***

Setelah dilakukan analisis gempa dengan menggunakan metode respon spectra, dihasilkan nilai kontribusi frame pada arah x sebesar 57.3% dan pada arah y sebesar 26.8% nilai ini sudah memenuhi nilai minimum sesuai SNI 1726:2019 yakni sebesar 25%.

Tabel 2. Kontribusi 25% frame

Komponen	Load case eqx		Load case eqy	
	Arah X (kN)	Arah Y (kN)	Arah X (kN)	Arah Y (kN)
Kolom + Dinding Geser	9435.4	3503.9	2756.5	5857.8
Kolom	5407.6	620.1	1186.5	1574.2

***Pengecekan P-Delta gedung***

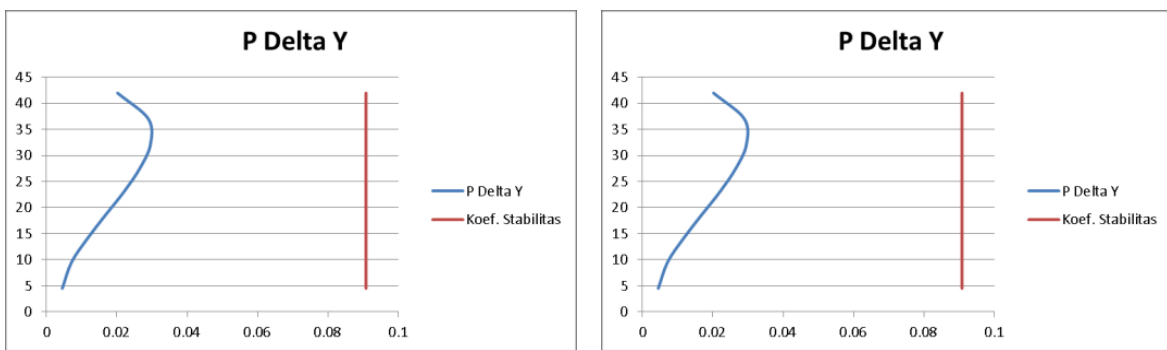
Nilai koefisien stabilitas maksimum yang dihasilkan melalui analisis program bantu pada arah x adalah sebesar 0.08 dan pada arah y adalah sebesar 0.03, nilai tersebut telah kurang dari P-Delta ijin pada ke dua arah yakni sebesar 0.09.

Tabel 3. P-delta gedung arah x

Lantai	Px (kN)	Vx (kN)	Simpangan	$\Theta$	$\Theta_{mak}$
Lantai Atap	17610.61	3312.42	36.40	0.01	0.09
Lantai 9	61727.52	6991.11	41.20	0.02	0.09
Lantai 8	136695.23	9311.74	36.50	0.03	0.09
Lantai 7	244226.34	11187.63	35.70	0.05	0.09
Lantai 6	381067.25	12660.36	33.80	0.06	0.09
Lantai 5	550387.66	14127.25	30.70	0.07	0.09
Lantai 4	748964.27	15293.08	25.7	0.08	0.09
Lantai 3	981760.38	16322.27	20.40	0.07	0.09
Lantai 2	1248403.50	16881.50	9.70	0.04	0.09

Tabel 4. P-delta gedung arah y

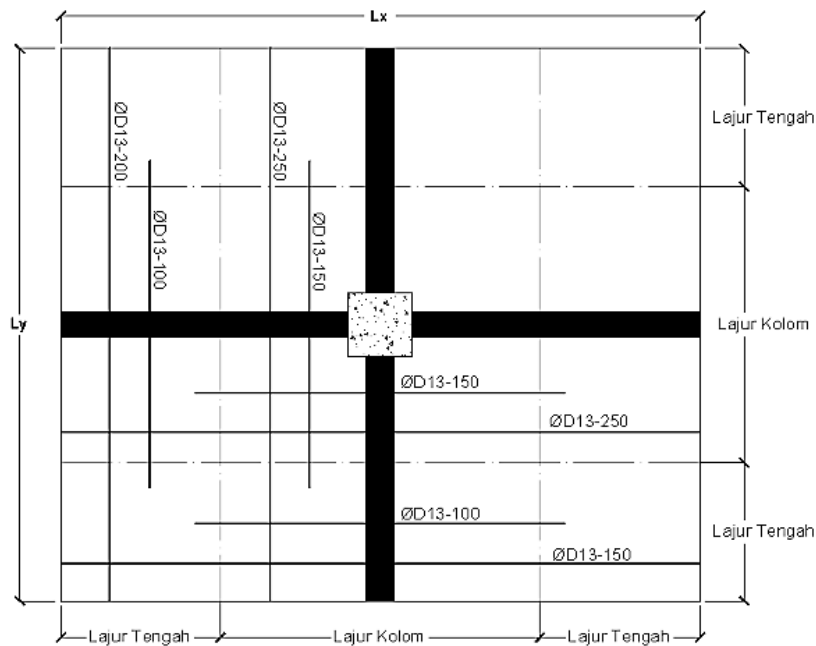
Lantai	Px (kN)	Vx (kN)	Simpangan	$\Theta$	$\Theta_{\text{mak}}$
Lantai Atap	17610.6	2896.1	12.1	0.00	0.09
Lantai 9	61727.5	6616.5	13.9	0.01	0.09
Lantai 8	136695.2	9280.2	12.9	0.01	0.09
Lantai 7	244226.3	11470.8	12.9	0.02	0.09
Lantai 6	381067.2	13092.1	12.4	0.02	0.09
Lantai 5	550387.5	14532.5	11.5	0.03	0.09
Lantai 4	748964.2	15558.4	10.1	0.03	0.09
Lantai 3	981760.3	16389.3	8.8	0.03	0.09
Lantai 2	1248403.5	16817.2	4.9	0.02	0.09



Gambar 5. Grafik P-Delta

## Desain komponen struktur

### Komponen pelat



Gambar 6. Penulangan pelat

Tabel 5. Rekapitulasi penulangan pelat

Jenis Tulangan	Arah X		Arah Y	
	Lajur Kolom	Lajur Tengah	Lajur Kolom	Lajur Tengah
Tumpuan	Ø13-150	Ø13-100	Ø13-150	Ø13-100
Lapangan	Ø13-250	Ø13-150	Ø13-250	Ø13-200

**Komponen diafragma**

Lebar elemen kolektor di tentukan sebagai berikut:

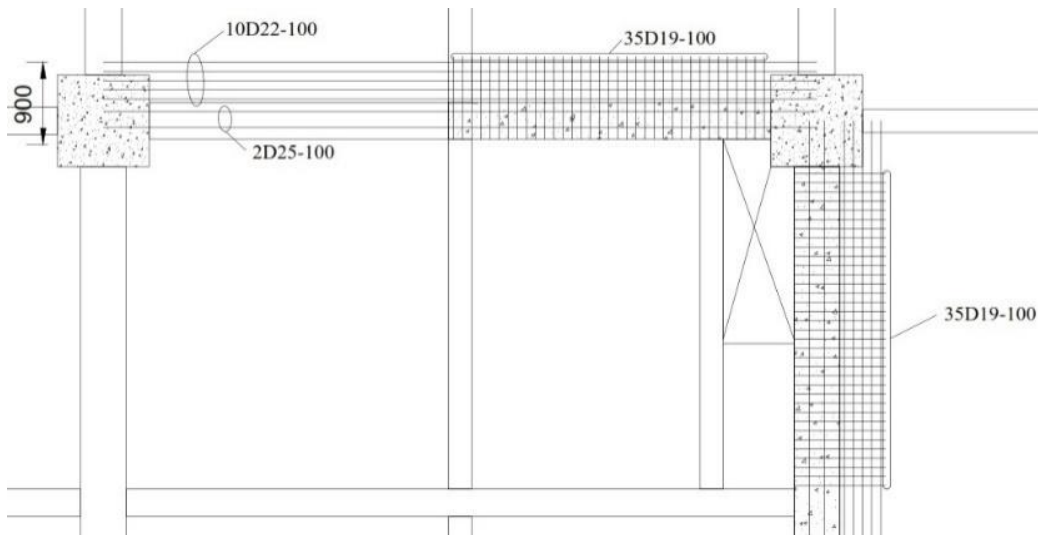
$$W_{kolektor} = \frac{2.5 \times 67161}{0.5 \times 30 \times 130} = 8611 \text{ mm} \quad (2)$$

Pada lebar kolektor sebesar 900 mm, digunakan 2 tulangan D25 segaris dengan dinding pada setengah tinggi diafragma dan 10 tulangan D22 dengan dipasang atas dan bawah sehingga memiliki jarak sebesar 120 mm.

Lebar elemen kord di tentukan sebagai berikut:

$$W_{kord} > \frac{9455 \times 1000}{0.2 \times 30 \times 130} = 121218 \text{ mm} \quad (3)$$

Pada lebar kord sebesar 1500 mm, digunakan 7 tulangan D22 pada setengah tinggi diafragma. Untuk tulangan geser friksi digunakan tulangan D19 sebanyak 35 buah dengan jarak sebesar 100 mm.



Gambar 7. Penulangan diafragma

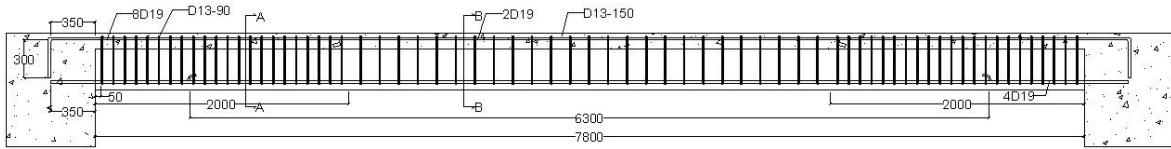
**Komponen balok**

Perhitungan tulangan lentur positif pada tumpuan balok:

- Momen positif pada tumpuan = 133.26 kNm
- Momen negatif pada tumpuan = -266.52 kNm
- Momen positif pada lapangan = 186.9 kNm
- Momen negatif pada lapangan = -46.73 kNm

Tabel 6. Rekapitulasi penulangan balok

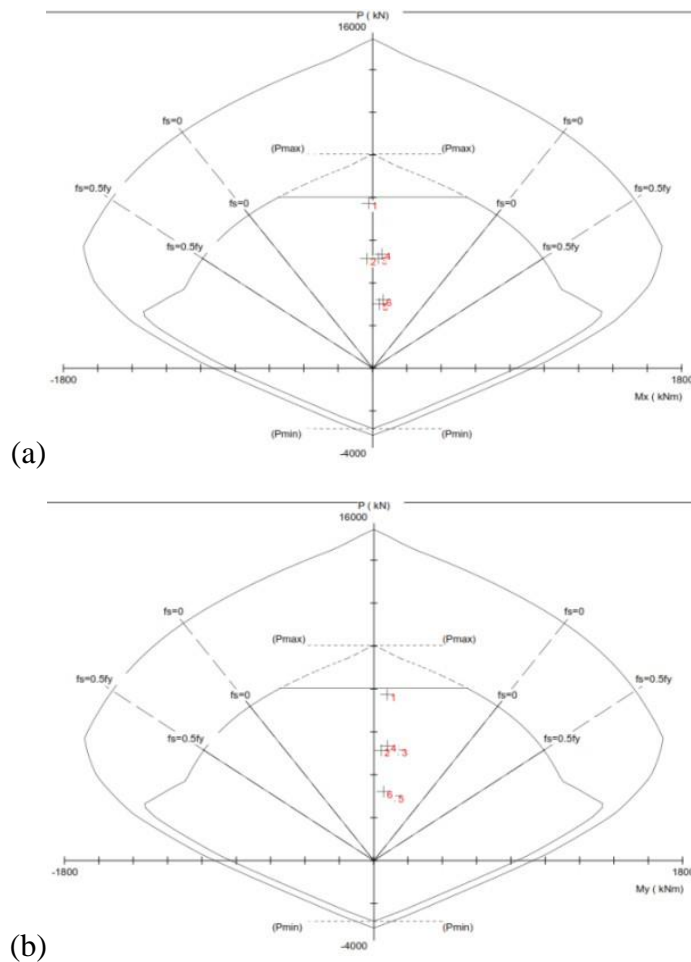
Kondisi	Tumpuan	Lapangan
Tulangan atas	8D19	2D19
Tulangan bawah	4D19	6D19
Sengkang	D13-90	D13-150



Gambar 8. Penulangan balok

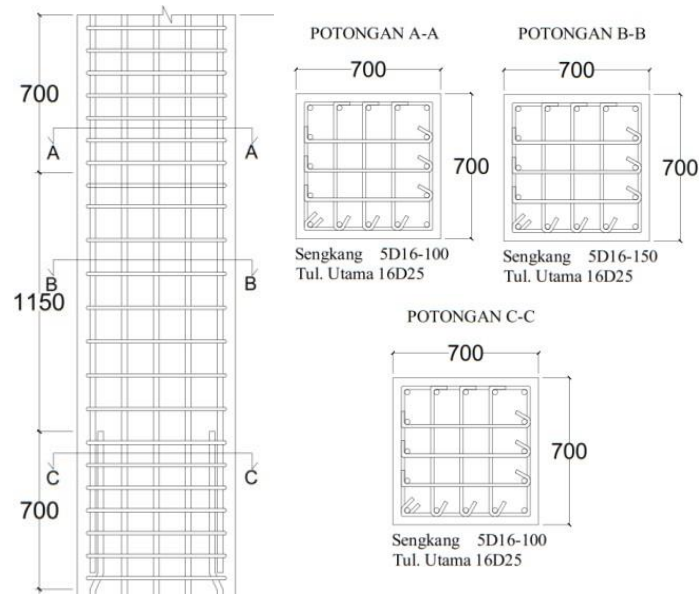
Berdasarkan hasil running program bantu dihasilkan nilai gaya dalam sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P_u &= 7733.34 \text{ kN} \\
 V_u &= 47.98 \text{ kN} \\
 M_{ux} &= 58.74 \text{ kNm} \\
 M_{uy} &= 143.12 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$



Gambar 9. (a) Diagram interaksi arah x (b) Diagram interaksi arah y





Gambar 10. Penulangan kolom

**Komponen shearwall**

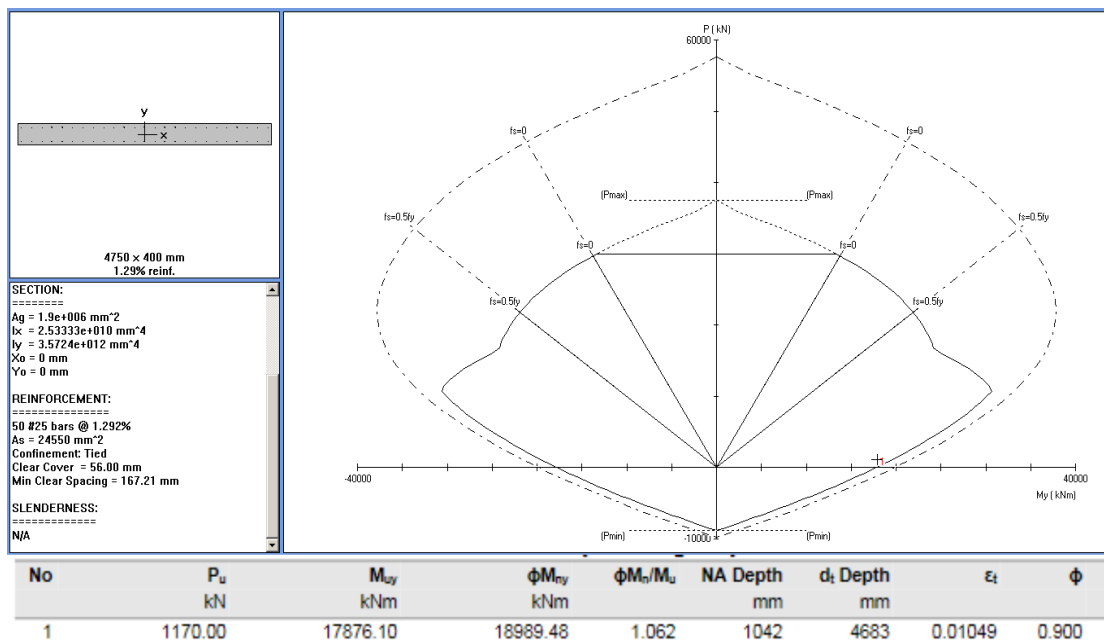
Berdasarkan hasil running program bantu dihasilkan nilai gaya dalam sebagai berikut.

$$P_u = 9314.3 \text{ kN}$$

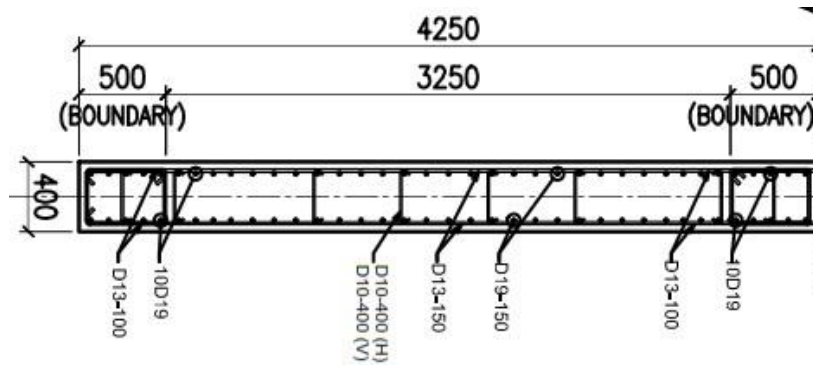
$$V_u = 1170 \text{ kN}$$

$$M_u = 17876.1 \text{ kNm}$$

Kontrol kekuatan nominal shearwall  
 $\phi P_n = 18427.11 \text{ kN}, \phi P_n > P_u \text{ (OK)}$   
 $\phi V_n = 2657.48 \text{ kN}, \phi V_n > V_u \text{ (OK)}$



Gambar 11. Diagram interaksi shearwall



Gambar 12. Penulangan shearwall

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan desain dari perencanaan gedung kuliah Universitas Negeri Malang, didapati kesimpulan :

- Model struktur gedung universitas negeri malang menghasilkan simpangan/story displacement sebesar 85.4 mm pada arah x dan 49.5 mm pada arah y. Hasil dari pembebanan gempa menggunakan metode respon spectra menghasilkan gaya geser dasar sebesar 19165.9 kN pada arah x dan 19251.8 kN pada arah y. Sedangkan berdasarkan hasil analisis modal didapatkan nilai kumulatif partisipasi massa sebesar 95.7% pada arah x dan 95.4% pada arah y.
- Berdasarkan hasil dari cek desain menggunakan program bantu yang menyertakan kombinasi beban gempa dan beban gravitasi, didapatkan nilai rasio *demand/capacity* kurang dari 1 untuk masing-masing komponen struktur, sehingga dapat disimpulkan bahwa masing-masing komponen struktur memiliki kekuatan/tahanan ( $\phi R_n$ ) yang melebihi dari kuat perlunya ( $R_u$ ).

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S. 2016. Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013. Jakarta: ERLANGGA.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 1726-2019 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung. Jakarta: ICS.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 1727-2013 Tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: ICS.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 2847-2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta: ICS.
- Bambang, B., N. T. H., Dewi. M. Kristalya., S. L. C. Manik. dan E. H. K. Ong 2016. *CONTOH DESAIN BANGUNAN TAHAN GEMPA*. Edisi Pertama. Bandung: ITB Press.
- Fauzi, U. J., Fauzi, A., Isryam M., Toha, F.X., dan Hendryawan. 2011. Proposed Long Period Transition Map for New Indonesia Earthquake Resistant Building Code Based on Indonesia Seismic Hazard Map 2010. *Proceedings of The Annual International Conference Syiah Kuala University*. 1(2). 29-30 November 2011. Syiah Kuala University: 201-208.
- Suresh, R., Narasimhulu, K. 2017. Seismic Analysis of Medium Rise Open Ground Storey

Framed Building by Response Spectrum Analysis Method. *International Journal for Scientific Research and Development*. 5(10): 1-6.

Tavio dan Usman, W. 2019. *BUKU PANDUAN DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG DASAR-SP-17M(14)*. Edisi Pertama. Surabaya dan Jakarta: DEEPUBLISH.