

## PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG LIMA LANTAI ASRAMA HAJI SEMARANG

Ricky Abdul Majid, Talitha Zhafira, Wahyu Khoirul Umar, Purwanto

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Semarang

E-mail korespondensi: thalita@usm.ac.id

### Abstrak

Perkembangan jemaah haji yang meningkat maka kebutuhan untuk menampung jemaah haji juga semakin meningkat. Maka perencanaan ulang diperlukan untuk meningkatkan kapasitas jemaah. Analisis dan Perencanaan Struktural Asrama Haji Semarang menggunakan bantuan software ETABS dengan sesuai SNI. Perencanaan ulang asrama haji merupakan upaya untuk meningkatkan kapasitas huni calon jemaah haji. Perencanaan Ulang Struktur Gedung Lima Lantai Asrama Haji Semarang bertujuan untuk menganalisis dan merencanakan ulang struktur Asrama Haji Semarang menggunakan mutu beton 24,9 MPa untuk struktur atas dan mutu beton 30 MPa untuk struktur bawah, baja mutu 420 MPa untuk tulangan utama sedangkan baja mutu 280 MPa untuk sengkang. Pendekatan analisis struktural dilakukan melalui penggunaan software ETABS dengan memasukkan data geometri, beban dan karakteristik material, termasuk mutu beton dan mutu baja yang diinginkan. Analisis mengacu pada SNI yang mengatur beban bangunan, ketahanan gempa, serta faktor keselamatan struktural lainnya. Hasil analisis memberikan gambaran respons struktur terhadap beban dan gempa dengan partisipasi massa sebesar UX 99,98% dan UY 99,19%, Kontrol *Base Shear Vdynamic* > *Vstatic* dengan  $E_d > E_s$  dan  $E_y > E_x$  sebesar  $8623,266 > 8563,3067$  dan  $7928,0409 > 7722,4166$ , serta *Max Story Displacement* gempa dinamis Arah X dan arah Y sebesar 14,33 mm dan 15,95 mm sedangkan *Story Drift* dengan nilai *Inelastic Drift* kurang dari 61,5 mm sebagai simpangan ijin untuk syarat keamanan bangunan diperoleh untuk arah X dan Y terbesar adalah 18,816 mm dan 20,554.

**Kata kunci:** Analisis struktur, perencanaan ulang, Asrama Haji, Respon Spektrum.

### Abstract

Due to the increasing number of Hajj pilgrims, the need for accommodating them has also risen. Therefore, a redesign is necessary to enhance the capacity of accommodating the pilgrims. The Analysis and Structural Planning of the Hajj Dormitory Semarang using ETABS software in compliance with the Indonesian National Standard (SNI). The redesign of the Hajj dormitory aims to augment the housing capacity for prospective Hajj pilgrims. The Revised Structural Planning for the Five-Story Hajj Dormitory Building Semarang aims to analyze and redesign the structure of the dormitory. This involves utilizing concrete quality of 24.9 MPa for the upper structure and 30 MPa for the lower structure, with main reinforcement using 420 MPa, while secondary reinforcement uses 280 MPa. The structural analysis approach involves inputting geometric data, loads, and material characteristics, including desired concrete and steel qualities, into the ETABS software. The analysis adheres to the SNI guidelines governing building loads, seismic resilience, and other structural safety factors. The analysis results provide insight into the structural response spectrum, with a mass participation of UX 99.98% and UY 99.19%. Control Base Shear  $V_{dynamic} > V_{static}$ , with  $E_d > E_s$  and  $E_y > E_x$ , is  $8623.266 > 8563.3067$  and  $7928.0409 > 7722.4166$ . The maximum story displacement due to dynamic seismic motion in the X and Y directions is 14.33 mm and 15.95 mm. Meanwhile, the story drift with an Inelastic Drift value less than 61.5 mm for safety building permissible deviation. The largest permissible deviations obtained for the X and Y directions are 18.816 mm and 20.554 mm.

**Keywords:** Structure analysis, redesign, Hajj Dormitory, Spectrum Response.

## I. PENDAHULUAN

Asrama Haji berfungsi untuk mempersiapkan kondisi serta pemulihan fisik dan mental jemaah haji dalam rangka menghadapi perjalanan ibadah haji yang sangat melelahkan. Asrama haji juga digunakan sebagai tempat reservasi untuk dapat kembali ke tempat asal masing-masing setelah melaksanakan ibadah haji (Khoeron, 2021).

Perkembangan jemaah haji yang semakin meningkat, maka kebutuhan untuk menampung jemaah haji yang akan melakukan keberangkatan ke Arab Saudi menjadi semakin meningkat, sehingga Kementerian Agama membangun asrama haji guna memenuhi jumlah tempat untuk menampung jemaah haji. Kuota haji Indonesia tahun 2023 terdiri dari 203.320 jemaah haji reguler, dan 17.680 jemaah haji khusus. Selain itu, kuota haji Indonesia juga diberikan untuk petugas sebesar 4.200 kuota. Tidak hanya tahun ini, tahun 2022 Indonesia juga mendapat kuota haji sebesar 100.051 (Nurhanisah, 2023).

Pada tahun 2022 jumlah pendaftar jemaah haji Provinsi Jawa Tengah mencapai 878.730 jemaah, dengan kuota keberangkatan sebanyak 13.776 (Kementerian Agama Republik Indonesia, 2023). Oleh karena itu asrama haji yang berada di Semarang merupakan salah satu fasilitas yang penting bagi jemaah haji yang akan melakukan keberangkatan.

Semakin meningkatnya perkembangan jemaah haji dan juga antrean dalam melakukan haji menunggu cukup lama, maka direncanakan perencanaan ulang asrama haji guna menambah kuota asrama haji supaya bisa mengurangi

lonjakan jemaah setiap tahunnya.

## II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode statik ekuivalen dan analisis respon spektrum menggunakan program ETABS. Analisis dilakukan dengan permodalan kolom, balok dan pelat lantai, kemudian menghitung dan memasukan pembebanan pada permodalan struktur yang mengacu pada (SNI 1727-2020) dan untuk pembebanan gempa berdasarkan (SNI 1726-2019).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Permodelan

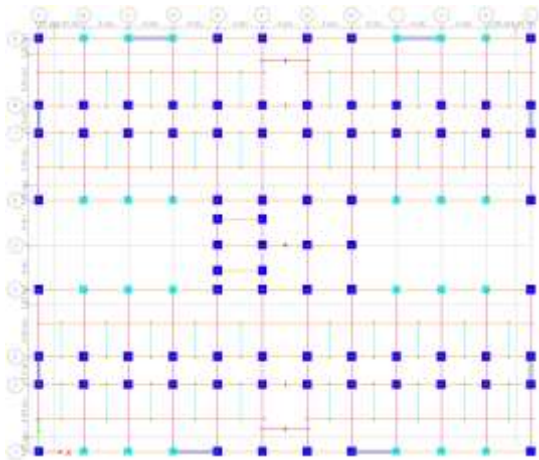
Menurut (Schodek, 2013) struktur yang dibentuk dengan cara meletakkan elemen kaku horizontal di atas elemen kaku vertikal adalah struktur yang umum dijumpai. Elemen horizontal (balok) memikul beban yang bekerja secara transversal dari panjangnya dan mentransfer beban tersebut ke kolom vertikal yang mempunyai. Kolom tersebut dibebani secara aksial oleh balok, kemudian mentransfer beban itu ke tanah. Kolom-kolom menerima gaya terpusat, umumnya dari ujung-ujung balok. Jadi jelas ada hubungan yang erat Antara pola dari sistem tumpuan yang membentang vertikal dan sistem tumpuan yang membentang horizontal.

Berdasarkan gambar arsitektur yang terdiri dari denah per lantai dan potongan arah X dan arah Y. dibuatlah model tiga dimensi dengan program ETABS.

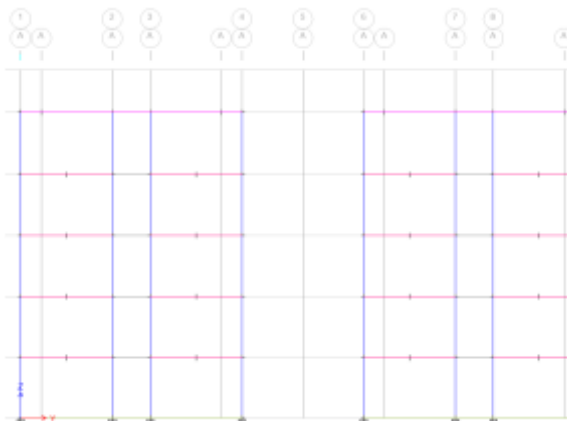
Pembebanan disesuaikan dengan fungsi

masing-masing ruang tiap lantai.

Model konfigurasi denah bangunan tipikal tiap lantai. Dengan potongan arah X dan arah Y.



Gambar. 1. Konfigurasi Denah



Gambar. 2. Konfigurasi Potongan Arah X



Gambar. 3. Konfigurasi Potongan Arah Y

### B. Desain Respon Spektrum

Pada perencanaan struktur gedung, perhitungan beban lateral akibat gempa sangat diperlukan. Analisis respons spektrum adalah cara analisa hubungan antara periode struktur bangunan

dengan nilai percepatan bangunan ketika terkena gempa. Analisa statik ekuivalen biasa digunakan pada struktur bangunan yang tidak terlalu tinggi, dimana pengaruh beban pada struktur dianggap sebagai beban statik horisontal akibat pergerakan tanah (Zhafira et al., 2023).

Tahanan Standard Penetration test (N-SPT) yaitu banyaknya pukulan (30 cm terakhir) yang diperlukan untuk memasukan splite tube sampler dengan menggunakan hammer berat 63.5 kg yang dijatuhkan dari ketinggian 75 cm (Eriyanto et al., 2017).

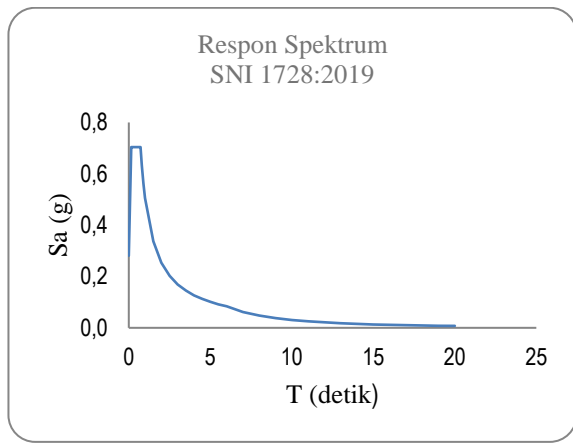
Nilai N-SPT rata-rata >15 termasuk klasifikasi tanah sedang dengan koefisien desain seismik D (Pasal 5.4.2 SNI 1726 2019, 2019).

Tabel 1. Data Respon Spektrum

Variabel	Nilai	Variabel	Nilai
SS	0,939	SM1	0,759
S1	0,3991	SDS	0,704
FA	1,124	SD1	0,506
FV	1,9	T0	0.14
SMS	1,506	Ts	0,72

Tabel 2. Data Respon Spektrum Tanah Sedang

T	Sa	T	Sa	T	Sa	T	Sa
0,00	0,28	2,5	0,20	7,00	0,06	15,00	0,01
0,14	0,70	3,00	0,17	8,00	0,05	16,00	0,01
0,72	0,70	3,50	0,14	9,00	0,04	17,00	0,01
0,80	0,63	4,00	0,13	10,00	0,03	18,00	0,01
0,90	0,56	4,50	0,11	11,00	0,03	19,00	0,01
1,00	0,51	5,00	0,10	12,00	0,02	20,00	0,04
1,50	0,34	5,50	0,09	13,00	0,02		
2,00	0,25	6,00	0,08	14,00	0,02		



Grafik. 1. Respon Spektrum

C. Kontrol Periode Fundamental (T)

Mode shape yang memiliki frekuensi terendah (periode terpanjang) disebut sebagai mode shape pertama (mode satu atau *fundamental mode*) (Harahap & Fauzan, 2019).

Periode fundamental struktur (T) tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (Cu) dari pasal 7.8.2 SNI 1726-2019 dan periode pendekatan (Ta) yang ditentukan sesuai dengan pasal 7.8.2.1 SNI 1726-2019.

Batas Bawah :

$$T_{a(\min)} = 0,488 \times (23)^{0,75} = 0,512 \text{ detik}$$

Batas Atas :

$$T_{a(\max)} = 1,4 \times 0,512 = 0,7168 \text{ detik}$$

T berdasarkan analisis struktur  $T_c = 0,603$  detik sehingga T berada antara batas atas dan batas bawah, jadi digunakan  $T_c = 0,603$ .

D. Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.9.1 partisipasi massa sudah lebih besar dari 90%, sehingga telah memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Tabel 3. Partisipasi Massa

Case	Mode	Periode	SumUX	SumUY
Modal	1	0,603	0	0,732
Modal	2	0,538	0,7212	0,732
Modal	3	0,446	0,7227	0,732
Modal	4	0,167	0,7227	0,9013
Modal	5	0,14	0,9042	0,9013
Modal	6	0,107	0,9043	0,9013
Modal	7	0,087	0,9043	0,9398
Modal	8	0,085	0,9311	0,9399
Modal	9	0,079	0,9312	0,9474
Modal	10	0,064	0,9312	0,9728
Modal	11	0,061	0,9726	0,9728
Modal	12	0,051	0,9726	0,9729

E. Kontrol Base Shear

Tabel 4. Kontrol Base Shear

Output Case	Case Type	Fx (kN)	Fy (kN)
Eq Sx	LinStatic	8563,3067	0
Eq Sx	LinStatic	8563,3067	0
Eq Sx	LinStatic	8563,3067	0
Eq Sy	LinStatic	0	-7722,416
Eq Sy	LinStatic	0	-7722,416
Eq Sy	LinStatic	0	-7722,416
Eq Dx	LinRespSpec	8623,266	2614,8936
Eq Dy	LinRespSpec	2353,0579	7928,0409

Gaya geser dasar merupakan pengganti atau penyederhanaan dari getaran gempa bumi yang bekerja pada dasar bangunan dan selanjutnya digunakan sebagai gaya gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung (Cornelis et al., 2014).

Gaya gempa yang akan dijadikan acuan terhadap perhitungan adalah relasi beban gempa statik dan dinamik, hal ini diatur dalam SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.4.1 tentang Penskalaan Gaya, dimana  $V_{dynamic} > V_{static}$  artinya adalah penskalaan gempa dinamik terhadap gempa statik harus 100%. Berikut merupakan hasil gaya geser statik dan dinamik pada tiap lantai struktur.

$$Eq Dx > Eq Sx$$

$$Eq Dy > Eq Sy$$

Maka dari tabel didapat,

8623,266 > 8563,3067 (Memenuhi Syarat)

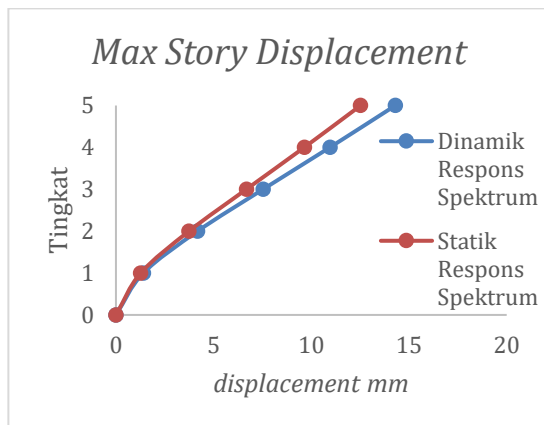
7928,0409 > 7722,4166 (Memenuhi Syarat)

F. *Kontrol Simpangan Lateral (Story Displacement)*

*Story Displacement* adalah perpindahan lateral suatu tingkat yang diukur dari dasar bangunan.

Tabel 5. *Max Story Displacement Arah X*

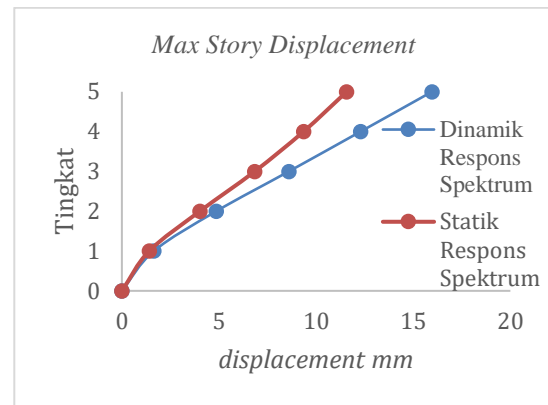
story	Elevation (m)	Location	X-dir (mm)	
			Dx	Sx
5	20	Top	14,3	12,521
4	15,94	Top	10,951	9,64
3	94,94	Top	7,53	6,676
2	7,94	Top	4,181	3,739
1	3,94	Top	1,402	1,267
Base	0	Top	0	0



Grafik 2. *Max Story Displacement Arah X*

Tabel 6. *Max Story Displacement Arah Y*

story	Elevation (m)	Location	Y-dir (mm)	
			Dx	Sx
5	20	Top	15,957	11,57
4	15,94	Top	12,284	9,35
3	94,94	Top	8,595	6,838
2	7,94	Top	4,858	4,014
1	3,94	Top	1,646	1,405
Base	0	Top	0	0



Grafik 3. *Max Story Displacement Arah Y*

G. *Kontrol Simpangan Antar Tingkat (Story Drift)*

Simpangan (*drift*) adalah perpindahan lateral relatif antar tingkat bangunan yang dapat dikatakan simpangan mendatar (Cahyaka et al., 2018).

Berdasarkan batasan antar lantai SNI 1726 – 2019 Tabel 20, simpangan antar tingkat izin untuk semua struktur lainnya adalah sebagai berikut :

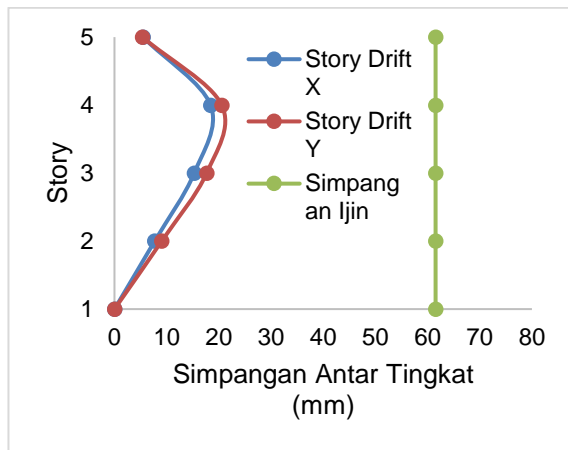
$$\Delta a = 0,020 \times H_{sx} = 0,020 \times 4000 = 80 \text{ mm}$$

Tabel 7. *Simpangan Antar Tingkat dan Simpangan Ijin*

story	Displ(mm)		Elastic Drift(mm)		h (m)	Inelastic Drift(mm)		Max Disp (mm)
	$\delta eX$	$\delta eY$	$\delta eX$	$\delta eY$		$\Delta X$	$\Delta Y$	
5	15.3	16.9	1.0	1.0	4	5.5	5.4	61.5
4	7.5	8.6	3.3	3.7	4	18.4	20.6	61.5
3	4.2	4.9	2.8	3.2	4	15.3	17.7	61.5
2	1.4	1.6	1.4	1.6	4	7.7	9.1	61.5
1	0.0	0.0	0.0	0.0	4	0.0	0.0	61.5

Berdasarkan SNI 1726 – 2019 Pasal 7.12.1.1, dijabarkan bahwa untuk struktur kategori seismik D – F, Nilai  $\Delta a$  harus dibagi dengan  $\rho = 1,3$  untuk mendapatkan nilai simpangan ijin sebagai syarat keamanan bangunan dimana *Inelastic drift* harus kurang dari simpangan ijin, sehingga :

$$\frac{\Delta a}{\rho} = \frac{80}{1,3} = 61,5 \text{ mm}$$



Grafik. 4. Simpangan Antar Tingkat (*Story Drift*)

#### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

1. Perencanaan ulang struktur gedung lima lantai Asrama Haji Semarang telah memenuhi syarat sesuai dengan SNI 1726-2019 dan SNI 1727-2020.
2. Kontrol Partisi Massa pada modal UX dan UY telah memenuhi syarat statik (99,98%) dan dinamik (99,19%) Menurut SNI 1726-2019.
3. Kontrol Base Shear diperoleh struktur  $E_q D_x > E_q S_x$  dengan nilai  $8623,266 > 8563,306$  dan  $E_x D_y > E_x S_y$  dengan nilai  $7928,0409 > 7722,4166$
4. Kontrol Simpangan
  - a. Max Story Displacement diperoleh simpangan terbesar beban gempa dinamis arah X sebesar 14,3 mm dan arah Y sebesar 15,95 mm
  - b. Story Drift diperoleh nilai Elastis Drift arah X sebesar 3,421 mm dan arah Y sebesar 3,673 mm. Inelastic drift arah X sebesar 18,816 mm dan arah Y sebesar 20,554 mm

Dengan hasil simpangan struktur yang

dijinkan sebesar 61,5 mm, jadi bisa disimpulkan bahwa bangunan gedung dikategorikan aman karena tidak melebihi batas ijin simpangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 03-1726-2019. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, 8, 254.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 03-2847-2019. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Sni 2847-2019, 8, 720.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2023). Kuota Haji 2023. Kementerian Agama Republik Indonesia. <https://haji.kemenag.go.id/v4/waiting-list>
- Khoeron, M. (2021). Asrama Haji: Sejarah, Fungsi, dan Revitalisasi. Kementerian Agama Republik Indonesia. <https://kemenag.go.id/read/asrama-haji-sejarah-fungsi-dan-revitalisasi-v3vmz#:~:text=Asrama haji berfungsi mempersiapkan kondisi,masing setelah melaksanakan ibadah haji.>
- Nurhanisah, Y. (2023). Kuota Haji Indonesia Tahun ke Tahun. Indonesiabaik.Id. <https://indonesiabaik.id/infografis/kuota-haji-indonesia-tahun-ke-tahun>
- Schodek. (2013). Schodek. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan, 1(1), 047–056.
- SNI 1726. (2020). Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Badan Standarisasi Nasional 1727:2020, 8, 1–336.
- Zhafira, T., Taufiqy, I., & Kusuma, N. (2023). Dynamic Analysis of Spectrum Response and Static Equivalent of The Semarang University College Building. 7(1).
- Cahyaka, H. W., Wibowo, A., Handayani, K. D., Wiyono, A., & Santoso, E. H. (2018). TIM EJOURNAL Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra bestari : Penyunting

Pelaksana : Redaksi : Jurusan Teknik Sipil  
( A4 ) FT UNESA Ketintang - Surabaya  
Website : [tekniksipilunesa.org](http://tekniksipilunesa.org) Email :  
REKATS. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*,  
1(1), 186–194.

Cornelis, R., Bunganaen, W., & Tay, B. H. U.  
(2014). Cornelis et al - gaya geser tanah  
sesimik. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 205–  
216.

Eriyanto, D., Priadi, E., & Purwoko, B. (2017).  
Pemetaan Konsistensi Tanah Berdasarkan  
Nilai N-SPT di Kota Pontianak. *JeLAST:  
Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 3(3),  
1–12.  
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHS/article/view/18815>

Harahap, M. F., & Fauzan, M. (2019). Perilaku  
Dinamik pada Struktur Apartemen Metro  
Galaxy Park terhadap Beban Gempa.  
*Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*,  
04(03), 195–206.  
<https://garuda.ristekbrin.go.id/documents/detail/1706256>