

## ANALISIS PEMBEBANAN STRUKTUR GEDUNG TERPADU RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH TEMANGGUNG TERHADAP GEMPA TERTINGGI

Danang Dwi Nugroho<sup>1\*</sup>, Gayuh Aji Prasetyaningtiyas<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pabelan, Kartasura, Surakarta, Jawa Tengah

[\\*d100190030@student.ums.ac.id](mailto:d100190030@student.ums.ac.id), [\\*gap@ums.ac.id](mailto:*gap@ums.ac.id)

### Abstrak

Gempa terbesar di Jawa Tengah pernah terjadi pada 17 Juli 2006 dengan kekuatan 7,7 magnitude dan menewaskan lebih dari 400 orang. Oleh karena itu sangat penting untuk mempertimbangkan gempa dalam perencanaan struktur suatu bangunan. Misalnya pada rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung, dimana rumah sakit merupakan tempat layanan kesehatan yang sangat penting bagi masyarakat temanggung. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beban gempa pada struktur gedung Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung dengan gempa terbesar yang pernah terjadi di Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software SAP2000 versi 20. Software SAP2000 menghitung beban dengan menggunakan metode elemen hingga, metode statis ekuivalen, metode spektrum respon, dan metode riwayat waktu. Penelitian di dahului dengan menggambar geometris struktur ke dalam program SAP2000. Kemudian memasukkan spesifikasi material. Selanjutnya menghitung pembebanan bangunan. Selanjutnya menghitung kombinasi pembebanan sesuai SNI. Langkah selanjutnya melakukan input beban ke SAP. Setelah itu melakukan analisis pada bangunan. Penelitian dengan menggunakan besaran nilai gempa tertinggi menghasilkan waktu keruntuhan, bagian awal bangunan yang runtuh akibat gempa berkekuatan 7,7 magnitude terdapat pada lantai bawah sebab menerima seluruh beban dari lantai atas sehingga terjadi lendutan maksimal sebesar 32,898. Manfaat dari penelitian ini dapat diketahui kekuatan struktur pada bangunan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung.

**Kata kunci:** Analisis Pembebanan, Beban Gempa, Rumah Sakit, SAP2000, Struktur Gedung

### Abstrak

The largest earthquake in Central Java ever occurred on July 17, 2006 with a magnitude of 7.7 and killed more than 400 people. Therefore it is very important to consider the earthquake in the structural planning of a building. For example, at the PKU Muhammadiyah Hospital in Temanggung, where the hospital is a very important place for health services for the Temanggung community. Therefore this study aims to analyze the earthquake load on the structure of the PKU Muhammadiyah Temanggung Hospital building with the largest earthquake that ever occurred in Central Java. This research was conducted with the help of SAP2000 version 20 software. SAP2000 software calculates loads using the finite element method, static equivalent method, response spectrum method, and time history method. The research was preceded by drawing geometric structures into the SAP2000 program. Then enter the material specifications. Next calculate the loading of the building. Then calculate the combination of loading according to SNI. The next step is to input the load into SAP. After that do an analysis on the building. Research using the highest magnitude of the earthquake value resulted in a collapse time, the initial part of the building that collapsed due to an earthquake with a magnitude of 7.7 was on the lower floor because it received all the load from the upper floors so that a maximum deflection occurred of 32.898. The benefit of this research is to know the structural strength of the PKU Muhammadiyah Temanggung Hospital building.

**Keywords:** Loading Analysis, Earthquake Loads, Hospitals, SAP2000, Building Structures

## 1. PENDAHULUAN

Gempa bumi yang terjadi di Jawa Tengah disebabkan karena Indonesia merupakan daerah

rawan gempa bumi karena dilalui oleh jalur pertemuan lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Gempa terbesar di

Jawa Tengah pernah terjadi pada 17 Juli 2006 dengan besarnya kekuatan gempa 7,7 *magnitude* dan telah memakan korban jiwa lebih dari 400 orang dinyatakan meninggal dunia.(Husein, 2016)

Oleh karena itu sangat penting mempertimbangkan kekuatan gempa dalam hal perencanaan struktur suatu bangunan gedung. Misalnya pada proyek pembangunan gedung rumah sakit PKU Muhammadiyah Temanggung tepatnya berlokasi di Parakan yang dilakukan pihak swasta yaitu pihak rumah sakit dengan PT. Mentari Prima Niaga dimana perusahaan yang bergerak dibidang jasa konstruksi yang masih dibawah naungan Muhammadiyah.

Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung yang berlokasi di Bulu ini berlokasi di Jl. Raya Kedu KM. 02, Sawah, Kalisat Campursari Bulu, Temanggung 56253, Provinsi Jawa Tengah dimana menjadi salah satu tempat pelayanan kesehatan yang sangat penting bagi masyarakat temanggung.

Karena itu penelitian ini dibuat dan bertujuan untuk menganalisis beban gempa pada struktur bangunan gedung rumah sakit PKU Muhammadiyah Temanggung dengan menggunakan data kekuatan besaran gempa terbesar yang selama ini pernah terjadi.

Menurut Nugraha tahun 2018 yang melakukan penelitian tentang Tinjauan Struktur Gedung B Rumah Sakit Cimacan struktur dikategorikan aman apabila struktuktur bangunan utama tidak mengalami beban berlebihan (*Ovestres*) dalam arti struktur bangunan utama mampu menahan beban yang bekerja pada bangunan tersebut (Nugraha dkk, 2018). Pada tahun 2014 Sutanto dkk melakukan penelitian tentang analisa perhitungan struktur bangunan gedung head office dan showroom yamaha pontianak dengan menggunakan bantuan software Etabs v9.6 tapi tidak menggunakan beban gempa terbesar (Sutanto dkk., 2014)

Menurut Ida Ayu dalam penelitiannya tentang perancangan gedung bertingkat 10 lantai dengan beton bertulang mutu tinggi, bahwa struktur utama bangunan dikategorikan aman apabila menggunakan perencanaan kolom dengan tulangan geser mutu tinggi.(Saraswati & Rofiq, 2020)

Oleh karena itu dalam menganalisis struktur gedung rumah sakit PKU Muhammadiyah Temanggung digunakan besaran nilai beban

gempa terbesar yang pernah terjadi di Jawa Tengah yang berkekuatan 7,7 *magnitude*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metodologi pendekatan secara Studi Kualitatif ini termasuk penelitian deskriptif kualitatif karena mendeskripsikan hasil fenomena atau peristiwa yang terjadi di lapangan yang dilakukan oleh peneliti.(Rchmat, 2010)

### 2.1. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk analisis struktur pada proyek pembangunan Gedung Terpadu Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung yaitu: 1) Data Primer, 2) Data Sekunder.

Data primer diperoleh dengan menggunakan metode data hasil wawancara langsung, hasil survey, dan kuesioner terhadap responden. Beberapa responden sebagai berikut:

- a. Pemilik proyek yaitu Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung beserta MPKU kabupaten Temanggung.
- b. Kontraktor Tim Pelaksana Pembangunan Gedung Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung.
- c. Konsultan Supervisi PT. Mentari Prima Niaga beserta para ahli.

Data Sekunder didapatkan dari studi literatur, laporan penelitian yang berkaitan agar mendapatkan identifikasi resiko awal.

### 2.2. Tahapan Penelitian

Dengan telah adanya bantuan software untuk menganalisis struktur membuat pekerjaan menjadi lebih terasa ringan, misalnya seperti software SAP2000 yang memberikan kemudahan bagi penggunaannya.

Software SAP2000 bekerja menganalisis pembebanan sesuai dengan metode elemen hingga, yang dapat menganalisis pembebanan per elemennya baik itu trust maupun portal.

Langkah-langkah pengoperasian software SAP 2000 untuk menganalisis struktur pada bangunan gedung terpadu rumah sakit pku muhammadiyah temanggung:

- a. Pertama diawali dengan menggambar geometris struktur dimana sudah terdapat berbagai template yang disajikan oleh program SAP2000. Memasukkan jumlah tingkat arah sumbu Z, lalu memasukkan

jumlah bentang arah sumbu X dan Y, tinggi kolom lantai ke lantai, panjang bentang baik arah X dan Y. Dan pola yang sudah tampil dapat diubah sesuai dengan ketentuan dari gambar struktur bangunan yang akan dianalisis.

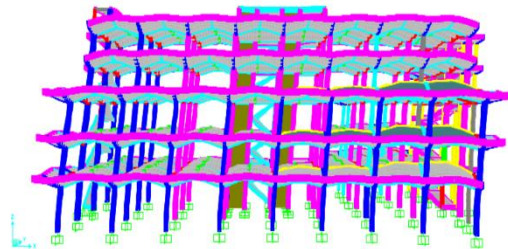
- b. Kemudian, memasukkan spesifikasi material, masukkan kualitas bahan dengan menyamakan satuan dengan program di SAP2000.
- c. Selanjutnya, menghitung pembebanan struktur bangunan dengan memasukkan data-data beban mati, beban hidup, dll. Mengacu pada peraturan SNI 1726 tahun 2019. (*SNI-1726-2019-Tata-Cara-Perencanaan-Ketahanan-Gempa-untuk-Bangunan-Gedung-dan-Nongedung, 2019*).
- d. Selanjutnya, Menghitung pembebanan kombinasi yang mengacu peraturan SNI 2847 tahun 2019 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. Menurut SNI 2847:2019 pasal 5.3.1 terdapat beberapa kombinasi beban, dan untuk pembebanan gempa tertinggi digunakan kombinasi diantaranya:
  - 1)  $1,36 DL + 1,36 SDL + 1 LL + 1,3 Ex + 0,39 Ey$
  - 2)  $1,36DL + 1,36SDL + 1LL + 0,39Ex + 1,3Ey$
- e. Selanjutnya, setelah memasukkan data beban dan beban kombinasi selanjutnya menginput data ke bagian gambar dalam program SAP2000.
- f. Kemudian, menginput nilai besaran gempa tertinggi *7,7 magnitude* kedalam menu *function* kemudian pilih *response spectrum* dan isi untuk nilai *ss* dan *s1* dengan nilai yang sudah diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan nilai kekuatan gempa *7,7 magnitude* kedalam program *software SAP2000 versi20*.
- g. Setelah semua data diinput ke dalam gambar struktur program SAP2000, kemudian memilih menu *run analys* agar program SAP2000 menghitung secara *automatis* pada struktur gedung Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung dengan metode elemen hingga. Hasil dari analisis diperoleh

gaya-gaya yang terjadi baik momen, gaya geser, maupun gaya aksial, reaksi tumpuan, deformasi, tegangan dan besaran gaya-gaya yang terjadi, dan hasil dari analisis dapat ditampilkan dengan menggunakan tabel maupun grafik.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

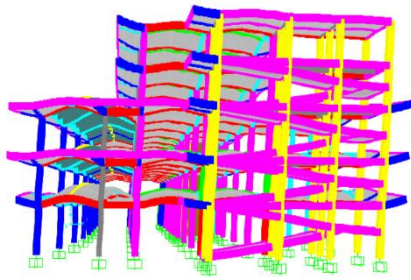
#### 3.1. Analisis *Displacement*

*Displacement* merupakan suatu keadaan dimana suatu struktur mengalami perpindahan jarak dari posisi awal suatu titik bangunan ke posisi akhir yang berbeda lokasi dari posisi awal struktur tersebut.



**Gambar 1. *Displacement* Arah Sumbu X akibat Beban Gempa Tertinggi (hasil analisis,2023)**

Dari hasil analisis dengan menggunakan bantuan *software SAP2000* didapatkan nilai *displacement* maksimum pada gambar 1. *Displacement* maksimum arah sumbu X sebesar 34,665 cm yang terletak di kolom K6 pada lantai atap, karena kolom K6 ini memikul beban gempa arah sumbu X paling tinggi diantara kolom yang lainnya. Dengan adanya *displacement* maksimum di kolom K6 pada lantai atap ini mengakibatkan ruangan yang berada disekitar kolom K6 yaitu ruang rumah lift, dan ruang rumah tangga dalam situasi yang membahayakan jika terjadi keruntuhan atau kegagalan pada struktur akibat terjadinya gempa bumi berkekuatan tinggi. Sebaiknya untuk ruangan seperti ruang rumah lift, dan ruang rumah tangga menggunakan struktur yang lebih kuat dengan cara memperbesar dimensi kolom, menambah jumlah tulangan utama, dan menambahkan jumlah tulangan sengkang untuk mengurangi *displacement* pada ruangan tersebut agar menjadi lebih aman.



**Gambar 2. Displacement Arah Sumbu Y akibat Beban Gempa Tertinggi (hasil analisis,2023)**

*Displacement maksimum* arah sumbu Y sebesar 48,716 cm yang terletak di kolom K6 pada lantai atap, karena kolom K6 ini memikul beban gempa arah sumbu Y paling tinggi diantara kolom yang lainnya. Dengan adanya displacement maksimum di kolom K6 pada lantai atap ini mengakibatkan ruangan yang berada disekitar yaitu ruang rumah lift, dan ruang rumah tangga berada dalam situasi bahaya jika terjadi keruntuhan atau kegagalan pada struktur akibat terjadinya gempa bumi berkekuatan tinggi. Sebaiknya ruangan seperti ruang rumah tangga, dan ruang rumah lift diperkuat untuk kekuatan strukturnya dengan memperbesar dimensi kolom, memperbanyak jumlah tulangan, dan menambah jumlah sengkang serta memperapat jarak antar sengkang untuk memperkuat struktur. Dapat dilihat pada Gambar 2.

### 3.2. Response Spektrum

*Response Spektrum* adalah plot *respons* puncak atau keadaan tunak dari serangkaian osilator dengan frekuensi alami yang bervariasi, yang dipaksa untuk bergerak oleh getaran atau guncangan dasar yang sama.

Pada perhitungan ini direncanakan gempa tertinggi yang pernah terjadi dengan kekuatan 7,7 *magnitude* pada analisis struktur gedung Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung, dengan perhitungan besaran nilai percepatan gempa sesuai dengan persamaan (1).

$$M = 2,2 + 1,8 \log a_0 \quad (1)$$

dengan :

$M$  = *magnitude*

$a_0$  = percepatan awal

Dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh besaran nilai percepatan di waktu 0 sebesar 1150. Setelah mendapatkan nilai  $a_0$  dari hasil analisis, selanjutnya menentukan besarnya nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) menggunakan metode interpolasi sesuai data-data pada Tabel 1.

**Tabel 1**  
**Nilai PGA terhadap besaran kekuatan gempa (BrainKart,2018)**

| <i>Magnitude</i> | <i>Maximum acceleration (g)</i> | <i>Duration</i> |
|------------------|---------------------------------|-----------------|
| 5,0              | 0,09                            | 2               |
| 5,5              | 0,15                            | 6               |
| 6,0              | 0,22                            | 12              |
| 6,5              | 0,29                            | 18              |
| 7,0              | 0,37                            | 24              |
| 7,5              | 0,45                            | 30              |
| 8,0              | 0,50                            | 37              |

Dari hasil analisis perhitungan didapatkan nilai *PGA* sebesar 0,47. Setelah mendapatkan nilai *PGA*, kemudian menghitung nilai akselerasi  $S_s$  dan  $S_1$  dengan menggunakan persamaan (2) dan (3).

$$S_s/PGA = 0.3386 PGA + 2.1696 \quad (2)$$

Serta,

$$S_1/PGA = 0.5776 PGA + 0.5967 \quad (3)$$

(2) dan (3)

Dengan :

$S_s$  = percepatan saat 0,2 detik (g)

$S_1$  = percepatan saat 1 detik (g)

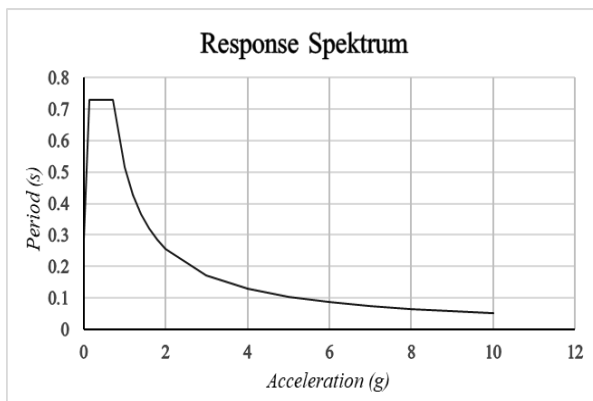
*PGA* = percepatan tanah puncak (gal)

Didapatkan nilai percepatan  $S_s$  sebesar 1,092 dan nilai  $S_1$  sebesar 0,408. Setelah nilai  $S_s$  dan  $S_1$  diinput kedalam *function response spectrum* pada program SAP2000 versi20 didapatkan data respon spektrum sebagai berikut.

**Tabel 2**  
**Hubungan Antara Nilai *Period* dengan *Acceleration* (hasil analisis,2023)**

| <i>Period</i> | <i>Acceleration</i> |
|---------------|---------------------|
| 0             | 0,2912              |
| 0,1414        | 0,728               |
| 0,7069        | 0,728               |
| 1             | 0,5146              |
| 1,2           | 0,4289              |
| 1,4           | 0,3676              |
| 1,6           | 0,3216              |
| 1,8           | 0,2859              |
| 2             | 0,2573              |
| 3             | 0,1715              |
| 4             | 0,1287              |
| 5             | 0,1029              |
| 6             | 0,0858              |
| 7             | 0,0735              |
| 8             | 0,0643              |
| 9             | 0,0572              |
| 10            | 0,0515              |

Untuk lebih jelasnya hubungan antara nilai *period* dan *acceleration* hasil nilai respon spektrum dapat dilihat pada Gambar 3.



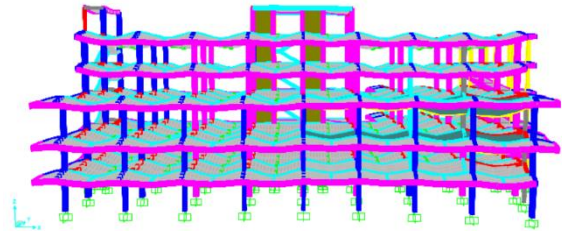
**Gambar 3. Grafik *Response Spektrum* (hasil analisis,2023)**

Grafik respon spektrum ini memiliki nilai percepatan puncak sebesar 0,728 g dengan rentan waktu antara 0,1414 sampai 0,7069 detik. *Response spektrum* ini memiliki waktu ulang selama 20 detik dengan nilai percepatan yang sama di setiap waktunya. Dari hasil nilai *response spektrum* yang didapatkan, lalu dimasukkan ke program SAP2000, kemudian dilakukan analisis struktur bersama dengan data beban lainnya.

### 3.3. Analisis Lendutan (Arah Sumbu Z)

Lendutan merupakan jarak dari yang menghubungkan titik asal dan titik akhir suatu batang pada model yang dideformasi dengan posisi suatu titik pada model yang dideformasi.

Struktur yang mengalami lendutan pada umumnya mendapatkan reaksi dari pembebanan pada arah sumbu Z yang mengakibatkan suatu struktur mengalami perubahan jarak, bentuk dan kekuatan.



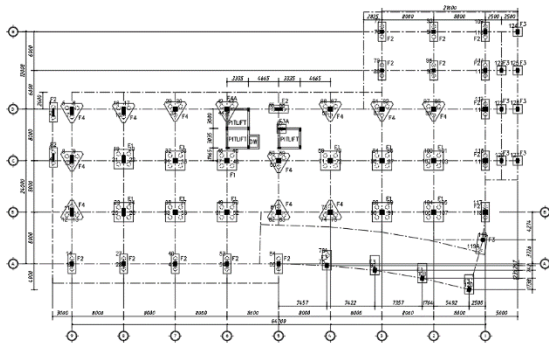
**Gambar 4. Lendutan Pada Struktur Bangunan (hasil analisis,2023)**

Pembebanan pada struktur menggunakan bantuan software SAP2000 versi20 untuk menganalisis besarnya nilai lendutan yang terjadi dengan menggunakan beban gempa tertinggi yang pernah terjadi di Jawa Tengah yaitu sebesar 7,7 magnitudo. Dikarenakan semua pendistribusian beban, baik beban mati, beban hidup, dan beban mati tambahan diteruskan dari lantai paling atas sampai lantai paling bawah dan semua beban tersebut diterima oleh kolom pada lantai paling bawah. Kolom K1 merupakan kolom yang menerima paling banyak pendistribusian beban sehingga mengakibatkan terjadinya lendutan atau perubahan jarak dari posisi awal sebelum diberikannya beban ke struktur dan diperoleh nilai lendutan maksimum pada balok B1 sebesar 32,898 cm, serta lendutan maksimum terletak pada bagian tengah balok dan bisa dilihat pada Gambar 4.

Perencanaan struktur bawah dilakukan dengan mempertimbangkan besarnya nilai beban yang di teruskan dari struktur atas. Dengan demikian lendutan maksimum ini harus memiliki struktur bawah yang kuat dan dimensi didesain cukup besar dari pada bagian lainnya yang memiliki lendutan tergolong cukup kecil nilainya. Dapat dilihat lendutan maksimum berada pada balok B1 dan di distribusikan ke kolom K 1 dan K 11 dan struktur bawahnya direncanakan cukup besar dengan jumlah *bored pile* lebih banyak daripada bagian yang lainnya



dengan menggunakan F1 yang memiliki 4 buah *bored pile*. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5. Denah Pekerjaan Bored Pile (PT. Mentari prima niaga, 2022)**

#### 4. KESIMPULAN

Dengan menganalisis struktur bangunan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung dengan menggunakan bantuan *software SAP2000v.20* dapat disimpulkan:

1. Gempa yang berkekuatan 7,7 magnitudo menyebabkan struktur mengalami *displacement*, untuk nilai *displacement maksimum* arah sumbu X sebesar 34,665 cm. Pada struktur bangunan *displacement* terjadi pada kolom K6 di lantai atap.
2. Gempa yang berkekuatan 7,7 magnitudo menyebabkan struktur mengalami *displacement*, untuk nilai *displacement maksimum* arah sumbu Y sebesar 48,716 cm. Pada struktur bangunan *displacement* terjadi pada kolom K6 di lantai atap.
3. Besarnya kekuatan gempa berbanding lurus dengan nilai percepatan puncak. Dengan menggunakan gempa berkekuatan 7,7 *magnitude* didapatkan nilai percepatan puncak pada respons spektrum sebesar 0,728 *gal*.
4. Lendutan maksimum yang didapat dari analisis menggunakan gempa tertinggi diperoleh nilai lendutan maksimum sebesar 32,898 cm terletak pada tengah bentang balok B1. Dan untuk mengurangi resiko bahaya keruntuhan struktur, maka perlu menambah tulangan pada struktur balok agar dapat mengurangi nilai lendutan pada arah sumbu Z pada struktur balok B1

bangunan gedung Terpadu Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Temanggung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- SNI-1726-2019-Tata-Cara-Perencanaan-Ketahanan-Gempa-untuk-Struktur-Bangunan-Gedung-dan-Nongedung. (2019). [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Husein, S. (2016). Bencana Gempabumi. *Seismik*, 2(January), 1–10. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1112.6808>
- Wiratna, Nugraha, T., & Ramdani, F. (n.d.). *Tinjauan Struktur Gedung B Rumah Sakit Cimacan*.
- Rchmat, W. (2010). Metodologi Penelitian Kualitatif. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, 54–68.
- Saraswati, I. A. P. E. C., & Rofiq, H. I. (2020). *Perancangan gedung bertingkat 10 lantai dengan beton bertulang mutu tinggi*.
- SNI-2847-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung-1. (2019).
- Sutanto, F., Samsurizal, E., & Budi, G. S. (2014). Analisa Perhitungan Struktur Bangunan Gedung Head Office Dan Showroom Yamaha Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 3(2), 1–9.