

## PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PARKIR 5 (LIMA) LANTAI DI KAWASAN STASIUN KERETA API TAWANG JL. TAMAN TAWANG NO. 1 SEMARANG PROVINSI JAWA TENGAH

Satria Yudha Pamungkas<sup>1</sup>, Bastian Novendra Priambodo<sup>2</sup>, Soehartono<sup>3</sup>, Baaswindro<sup>4</sup>

<sup>3,4</sup> Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

<sup>1,2</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

Email : [soehartono.sipilunpand@gmail.com](mailto:soehartono.sipilunpand@gmail.com), [novendrabastian@gmail.com](mailto:novendrabastian@gmail.com)

### Abstrak

Kota Semarang sebagai Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah terus berkembang menjadi kota metropolitan dengan aktivitas ekonomi, transportasi, dan kepadatan penduduk yang tinggi. Salah satu permasalahan yang timbul dari perkembangan tersebut adalah keterbatasan fasilitas parkir, khususnya di kawasan Stasiun Kereta Api Tawang. Lahan parkir yang tersedia saat ini tidak mampu menampung volume kendaraan, sehingga menyebabkan kendaraan parkir di bahu jalan dan mengganggu kelancaran lalu lintas. Oleh karena itu, direncanakan pembangunan gedung parkir bertingkat lima lantai untuk meningkatkan kapasitas parkir dan menata kembali kawasan stasiun. Perencanaan struktur atas gedung parkir ini dilakukan dengan luas total bangunan 3.000 m<sup>2</sup> dan tinggi antar lantai 3,80 meter. Struktur utama menggunakan sistem beton bertulang dengan mutu beton  $f'_c = 30$  MPa dan mutu baja tulangan polos  $f_y = 240$  MPa serta ulir  $f_y = 390$  MPa. Perencanaan dan analisis struktur mengikuti peraturan SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa, SNI 2847:2019 untuk struktur beton, dan PPPURG 1987 untuk pembebanan gedung. Analisis dilakukan secara manual dan pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000 v.14. Lokasi bangunan berada di zona gempa 3 dengan tingkat risiko gempa menengah, sehingga desain struktur mempertimbangkan beban gempa secara seksama.

**Kata Kunci** : Gedung Parkir, Struktur Atas, Beton Bertulang, SAP2000.

### Abstract

*Semarang, the capital of Central Java Province, continues to develop into a metropolitan city with high economic activity, transportation, and population density. One of the challenges arising from this development is limited parking facilities, particularly around Tawang Train Station. The existing parking area is inadequate to accommodate the volume of vehicles, resulting in vehicles parking on the roadside, disrupting traffic flow. Therefore, a five-story parking building is planned to increase parking capacity and reorganize the station area. The planning of the superstructure of this parking building was carried out with a total building area of 3,000 m<sup>2</sup> and a floor height of 3.80 meters. The main structure uses a reinforced concrete system with concrete quality  $f'_c = 30$  MPa and plain reinforcing steel quality  $f_y = 240$  MPa and threaded  $f_y = 390$  MPa. The planning and analysis of the structure follow SNI 1726:2019 regulations for earthquake resistance, SNI 2847:2019 for concrete structures, and PPPURG 1987 for building loads. The analysis was carried out manually and structural modeling used SAP2000 v.14 software. The location of the building is in earthquake zone 3 with a medium earthquake risk level, so the structural design carefully considers earthquake loads.*

**Keywords:** *Parking Building, Superstructure, Reinforced Concrete, SAP2000.*

## **Pendahuluan**

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Jawa Tengah tahun 2022, pada tahun 2019 kendaraan di Kota Semarang sebesar 1.693.227, sedangkan pada tahun 2021 kendaraan di Kota Semarang mengalami peningkatan sebesar 10% sehingga berjumlah 1.875.781 kendaraan. Berdasarkan hasil survei *Institute for Transportation and Development Policy* (ITDP) menunjukkan sebanyak 58% masyarakat Kota Semarang menggunakan kendaraan bermotor dalam beraktivitas sehari-hari, 22% masyarakat menggunakan mobil, dan hanya 20% masyarakat menggunakan angkutan umum dalam mobilitas sehari-hari (ITDP, 2022).

Salah satu prioritas lokasi parkir di Kota Semarang adalah Stasiun Tawang. Stasiun Tawang terletak di Jalan Taman Tawang No. 1, Tanjung Mas, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang, Jawa Tengah. Stasiun merupakan prasarana bagi pelayanan jasa angkutan darat, dimana di dalamnya terdapat pelayanan jasa bagi penumpang. Menurut *Wyckof (dalam Wisnalmawati, 2005:155)* kualitas jasa adalah tingkat keunggulan yang diharapkan dan pengendalian atas tingkat keunggulan untuk memenuhi keinginan pelanggan. Sedangkan menurut *Kotler dan Keller (2016:156)* kualitas layanan adalah totalitas fitur dan karakter suatu produk atau pelayanan yang memiliki kemampuan untuk memuaskan kebutuhan yang dinyatakan atau yang tersirat.

Burung garuda dipilih sebagai desain tersebut, karena burung garuda sangat erat dengan bangsa Indonesia dan dengan berbagai perbedaan, silang pandang, keragaman adat istiadat dan perilaku serta perbedaan kepercayaan dan agama. Garuda merupakan simbol persatuan dan Lambang Negara Bhineka Tunggal Ika. Bhineka Tunggal Ika merupakan simbol bangsa yang mengandung bahasa keindahan, keramahmatan, keteduhan, kemandirian serta kewibawaan sebagai bangsa. Dalam hal ini pelayanan mengenai fasilitas parkir mobil di kawasan Stasiun Kereta Api Semarang Tawang yang sangat terbatas, mobil pengantar penumpang maupun mobil pengguna jasa kereta api ke Stasiun Tawang banyak dijumpai yang kesulitan mencari tempat parkir, dimana lahan parkir mobil yang disediakan oleh PT. Kereta Api Indonesia (KAI) di halaman Stasiun Tawang tidak mencukupi sehingga banyak mobil penumpang maupun mobil pengguna jasa kereta api yang parkir di jalan – jalan umum sekitar Stasiun Tawang. Hal ini dapat mengganggu arus lalu-lintas yang sedang lewat serta menjadikan jalan sekitar stasiun kelihatan kumuh dan tidak tertata dengan baik, karena parkir mobil yang di jalan – jalan umum tidak tertata dengan rapi. Untuk mengatasi hal tersebut diatas perlu direncanakan sebuah gedung parkir 5 (lima) lantai dengan fasilitas memadai, perencanaan gedung parkir ini dikhususkan untuk mobil penumpang maupun mobil pengguna jasa kereta api. Dengan adanya gedung parkir baru diharapkan masalah parkir di Kawasan Stasiun Tawang dan untuk mengatasi masalah kekumuhan serta menjadikan Kota Semarang sesuai dengan slogan Semarang Setara.

## **Tinjauan Pustaka**

### **Konsep Dasar Perencanaan Struktur**

Dalam perencanaan struktur bangunan, terdapat konsep dasar yang harus memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut : (*Imran, 2014*)

1. Kuat dalam menahan beban yang direncanakan
2. Memenuhi persyaratan kemampuan layan
3. Memiliki durabilitas yang tinggi

4. Kesesuaian dengan lingkungan sekitar
5. Ekonomis

### Pembebanan Struktur

Merencanakan suatu struktur, bangunan harus memenuhi peraturan-peraturan yang berlaku untuk mendapatkan suatu struktur bangunan yang aman secara konstruksi. Struktur bangunan yang direncanakan harus mampu menahan beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban tersebut antara lain berupa beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Menurut SNI 1727:2019 tentang pembebanan, definisi dari beban-beban antara lain :

1. Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran.
2. Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.
3. Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang meniruhkan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

### Beban Mati

Menurut SNI 1727:2019 beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi konstruksi bangunan gedung yang terpasang. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987, sehingga berat sendiri komponen bangunan untuk beban mati.

**Tabel 1. Berat Sendiri Komponen Bangunan**

| No | Jenis (Konstruksi)  | Berat Jenis | Satuan            |
|----|---|-------------|-------------------|
| 1  | Berat penutup atap genteng dengan reng dan usuk/kaso per m <sup>2</sup> bidang atap | 50          | Kg/m <sup>2</sup> |
| 2  | Berat plafond dan penggantung langit-langit   | 18          | Kg/m <sup>2</sup> |
| 3  | Berat ½ pasangan bata   | 250         | Kg/m <sup>2</sup> |
| 4  | Berat pasangan batu   | 450         | Kg/m <sup>2</sup> |
| 5  | Berat penutup lantai dari keramik dengan adukan                                     | 30          | Kg/m <sup>2</sup> |

Sumber: Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG), 1987

**Tabel 2. Beban Mati Akibat Berat Sendiri**

| No | Jenis (Bahan Bangunan)                             | Massa Jenis | Satuan            |
|----|--|-------------|-------------------|
| 1  | Baja   | 7.850       | Kg/m <sup>3</sup> |
| 2  | Batu Alam  | 2.600       | Kg/m <sup>3</sup> |
| 3  | Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk) | 1.500       | Kg/m <sup>3</sup> |
| 4  | Batu karang (berat tumpuk)                         | 700         | Kg/m <sup>3</sup> |
| 5  | Batu pecah   | 1.450       | Kg/m <sup>3</sup> |
| 6  | Besi tuang   | 7.250       | Kg/m <sup>3</sup> |
| 7  | Beton  | 2.200       | Kg/m <sup>3</sup> |
| 8  | Beton bertulang                                    | 2.400       | Kg/m <sup>3</sup> |
| 9  | Kayu   | 1.000       | Kg/m <sup>3</sup> |

|    |  |        |                   |
|----|--|--------|-------------------|
| 10 | Kerikil, koral                               | 1.650  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 11 | Pasangan batu merah                          | 1.700  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 12 | Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung | 2.200  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 13 | Pasangan batu cetak                          | 2.200  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 14 | Pasangan batu karang                         | 1.450  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 15 | Pasir (kering udara)                         | 1.600  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 16 | Pasir (jenuh air)                            | 1.800  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 17 | Pasir, kerikil, koral                        | 1.850  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 18 | Tanah, lempung dan lanau (kering udara)      | 1.700  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 19 | Tanah, lempung dan lanau (basah)             | 2.000  | Kg/m <sup>3</sup> |
| 20 | Tanah hitam (timbel)                         | 11.400 | Kg/m <sup>3</sup> |

Sumber: Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG, 1987)

### Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung tersebut atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, contohnya seperti beban angin, beban gempa, beban hujan, beban banjir, atau beban mati (SNI 2019).

**Tabel 3. Muatan Hidup Lantai Bangunan**

| No | Jenis (Konstruksi)  | Massa Jenis | Satuan            |
|----|---|-------------|-------------------|
| 1  | Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut no.2   | 200         | Kg/m <sup>2</sup> |
| 2  | Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko atau ruang kerja  | 125         | Kg/m <sup>2</sup> |
| 3  | Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, hotel, dan asrama.  | 250         | Kg/m <sup>2</sup> |
| 4  | Lantai ruang olah raga  | 400         | Kg/m <sup>2</sup> |
| 5  | Lantai dansa  | 400         | Kg/m <sup>2</sup> |
| 6  | Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, ruang alat-alat dan mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri minimum.   | 400         | Kg/m <sup>2</sup> |
| 7  | Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan, tidak termasuk untuk pertemuan, tidak termasuk yang disebut dalam 1 hingga 6 seperti gereja, ruang konser, ruang pertunjukan, ruang rapat, bioskop, dan sebagainya juga punggung penonton dengan tempat duduk tetap | 400         | Kg/m <sup>2</sup> |

Sumber: Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG), 1987

**Tabel 4. Beban Hidup Akibat Hunian**

| No | Ruang   | Berat | Satuan            |
|----|---|-------|-------------------|
| 1  | Ruang pabrik dan koridor yang melayani mereka | 192   | Kg/m <sup>2</sup> |
| 2  | Ruang publik dan koridor yang melayani mereka | 479   | Kg/m <sup>2</sup> |
| 3  | Atap yang digunakan untuk taman atap          | 479   | Kg/m <sup>2</sup> |
| 4  | Ruang pertemuan                               | 479   | Kg/m <sup>2</sup> |
| 5  | Lantai parkir                                 | 192   | Kg/m <sup>2</sup> |
| 6  | Tangga tetap                                  | 133   | Kg/m <sup>2</sup> |
| 7  | Jalur Akses Pemeliharaan                      | 192   | Kg/m <sup>2</sup> |
| 8  | Ruang Mesin Elevator                          | 133   | Kg/m <sup>2</sup> |

Sumber: SNI 1727-2019

### Beban Angin

Persyaratan umum kriteria penentuan beban angin adalah sebagai berikut :

1. Beban Angin desain yang dipengaruhi oleh kecepatan angin dasar (V) dalam perancangan struktur gedung.

2. Kategori eksposur yang dipengaruhi oleh kekasaran permukaan tanah berdasarkan topografi alam, vegetasi, dan fasilitas dibangun.
3. Faktor arah angin ( $K_d$ ) yang dipengaruhi oleh tipe struktur gedung yang akan dibangun.
4. Efek topografi (KZT) yang dipengaruhi oleh perbedaan topografi.
5. Efek tiupan angin halaman jika suatu gedung yang dibangun adalah kaku, maka boleh diambil sebesar 0,85.
6. Faktor elevasi permukaan tanah ( $K_e$ ) yang dipengaruhi oleh elevasi tanah di atas permukaan laut.

| No | Struktur   | Kategori Resiko |                |                |
|----|--|-----------------|----------------|----------------|
|    |  | I atau II       | III            | IV             |
| 1  | Struktur selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat | 0,25 $h_{sx}$   | 0,020 $h_{sx}$ | 0,015 $h_{sx}$ |
| 2  | Struktur dinding geser kantilever batu bata  | 0,010 $h_{sx}$  | 0,010 $h_{sx}$ | 0,010 $h_{sx}$ |
| 3  | Struktur dinding geser batu bata lainnya   | 0,007 $h_{sx}$  | 0,007 $h_{sx}$ | 0,007 $h_{sx}$ |
| 4  | Semua struktur lainnya   | 0,020 $h_{sx}$  | 0,015 $h_{sx}$ | 0,010 $h_{sx}$ |

Simpangan antar tingkat izin dapat ditunjukkan pada tabel 5 sebagai berikut:

**Tabel 5. Simpangan Antar Tingkat Izin**

Sumber: SNI 1727-2019

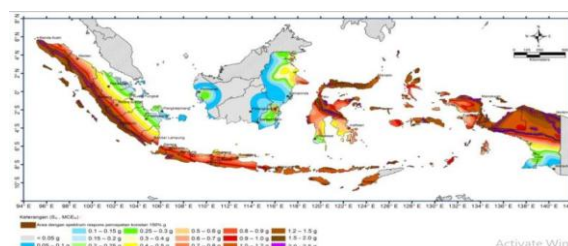
### Beban Gempa

Beban hidup berdasarkan fungsi suatu bangunan ditunjukkan dalam tabel 6 sebagai berikut : Besarnya beban gempa pada struktur bangunan tergantung dari beberapa faktor, yaitu massa dan kekakuan struktur, waktu getar alami dan pengaruh redaman dari struktur, kondisi tanah wilayah kegempaan dimana struktur didirikan. Beban gempa merupakan beban dalam arah horizontal dari struktur yang ditimbulkan oleh adanya gerakan tanah akibat gempa bumi, baik horizontal atau vertikal. Pada beberapa kasus umumnya gempa dalam arah vertikal lebih menentukan dari pada pengaruh arah horizontal (Setiawan, 2016).

Menurut SNI 1726:2019 perencanaan gempa menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui sebesar selama umur struktur bangunan 50 tahun sebesar 2%.

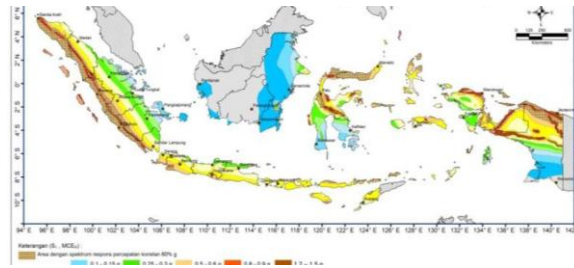
### Wilayah Gempa dan Spektrum Respons

Wilayah gempa ditetapkan berdasarkan parameter  $S_s$  periode pendek 0,2 detik dan  $S_1$  percepatan batuan dasar pada percepatan batuan dasar pada periode 1 detik. Wilayah gempa dibagi berdasarkan percepatan maksimum batuan dasar dan respon spektra di batuan dasar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 1 dibawah ini wilayah gempa di Indonesia adalah sebagai berikut :



**Gambar 1. Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 detik**

Sumber : SNI 1726:2019



**Gambar 2. Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 1 detik**

Sumber : SNI 1726:2019

Parameter respons spectral percepatan pada periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{M1}$ ) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs.

### Kategori Resiko Struktur Bangunan dan Faktor Keutamaan

Kategori resiko struktur bangunan gedung dan non gedung tabel 6.

**Tabel 6. Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa**

| Jenis Pemanfaatan   | Kategori Resiko |
|---|-----------------|
| Gedung dan nongedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk manusia, antara lain:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, Peternakan, dan perikanan,</li> <li>- Fasilitas sementara,</li> <li>- Gudang penyimpanan,</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya.</li> </ul>   | I               |
| Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I, II, III, IV termasuk tapi tidak dibatasi untuk<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan,</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor,</li> <li>- Pasar,</li> <li>- Gedung perkantoran,</li> <li>- Gedung apartemen / rumah susun,</li> <li>- Pusat perbelanjaan / mall,</li> <li>- Bangunan industri,</li> <li>- Fasilitas manufaktur,</li> <li>- Pabrik</li> </ul>  | II              |
| Gedung dan nongedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop,</li> <li>- Gedung pertemuan,</li> <li>- Stadion,</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat,</li> <li>- Fasilitas penitipan anak,</li> <li>- Penjara,</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo.</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori resiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk tapi tidak dibatasi untuk</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa,</li> </ul> | III             |

|  |    |
|--|----|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas penanganan air,</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah,</li> <li>- Pusat telekomunikasi.</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori resiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses penganganan, penyimpanan, penggunaan, atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>  |    |
| <p>Gedung dan non gedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk tepi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah ibadah</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi keadaan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi, dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energy dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori resiko IV.</p> | IV |

Sumber: SNI 1726:2019

Pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan faktor keutamaan gempa *I<sub>e</sub>* ditunjukkan pada tabel 7 sebagai berikut:

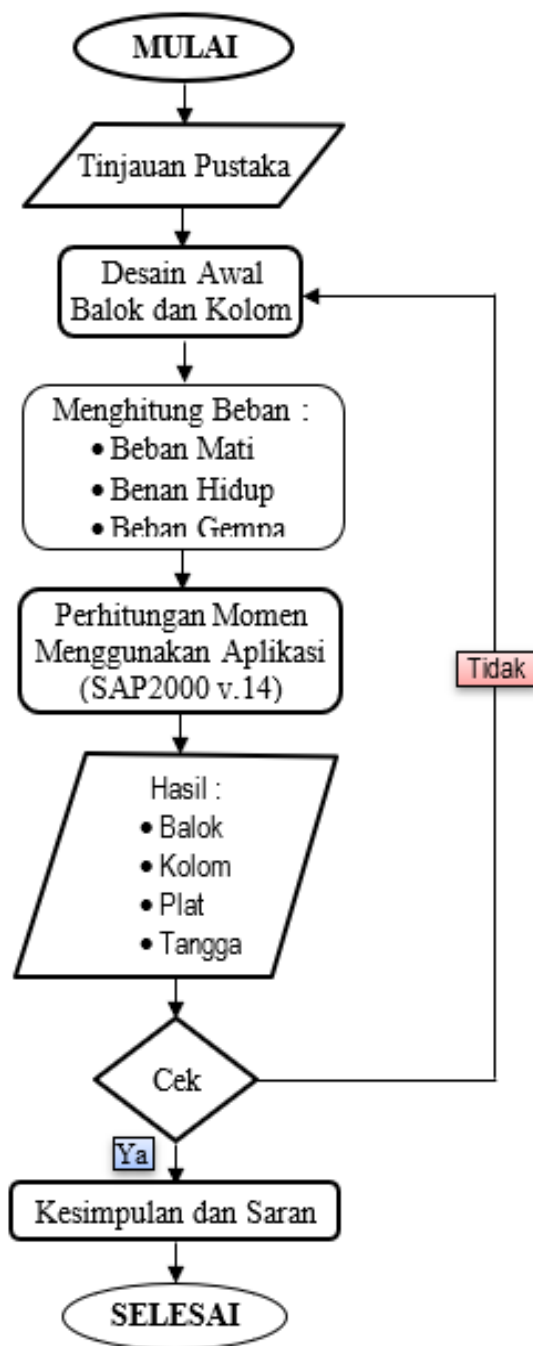
**Tabel 7. Faktor Keutamaan Gempa**

| Kategori Resiko | Faktor Keutamaan Gempa <i>I<sub>e</sub></i> |
|-----------------|---|
| I dan II        | 1,0   |
| III             | 1,225                                       |
| IV              | 1,5   |

Sumber: SNI 1726:2019

### Metodologi Penelitian

Berikut adalah diagram alir pengerjaan tugas akhir ini yang ditunjukkan pada gambar *flowchart* :



**Gambar 3. Flowchart Perencanaan**

Sumber : Dokumen Pribadi 2025

Data – data desain yang diperlukan, secara garis besar dalam perancangan dan perhitungan struktu gedung antara lain :

**Data Umum Gedung**

Data-data lain mengenai gedung adalah sebagai berikut: gedung parkir mobil, lokasi di Kawasan Stasiun Semarang Tawang Jl. Taman Tawang No.1 Semarang dengan fungsi sebagai gedung parkir bersama dan perkantoran.

**Data Teknis Gedung**

- a. Struktur Gedung : Lantai 1 sampai 5 struktur beton bertulang

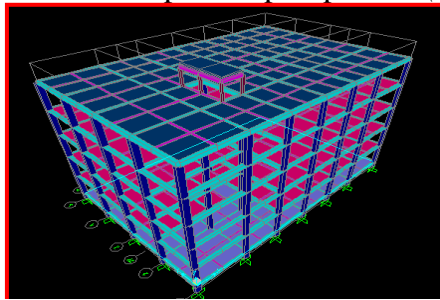


- b. Jumlah Lantai : 5 Lantai dan 1 penutup atap
- c.  $f'_c$  beton : 30 MPa
- d.  $f_y$  : 400 (ulir) dan 240 MPa (polos)
- e.  $E_c$  :  $4700 \sqrt{f'_c}$
- f. Lokasi Gedung : Kota Semarang
- g. Zona Gempa : Zona Gempa 4
- h. Tinggi Bangunan :  $\pm 18$  m
- i. Tinggi Tiap Lantai : 3,6 m

## Hasil dan Pembahasan

### Perencanaan Plat Lantai

Pada sistem perencanaan pelat direncanakan sama dari lantai 1 (satu) sampai lantai 5 (lima) dengan tumpuan berupa jepit ataupun bebas. Sistem penulangan juga direncanakan sama pada tiap-tiap lantai (*typical*)



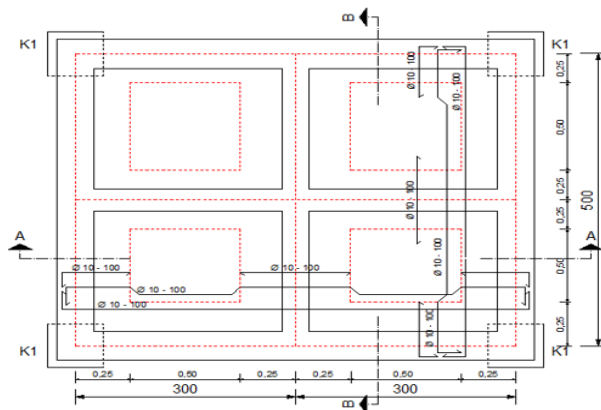
**Gambar 4. Perspektif Struktur Plat Lantai**

Sumber : Dokumen Pribadi Program SAP

### Pedoman Perhitungan Plat Lantai

Dalam perencanaan Pelat lantai dan atap pedoman yang dipakai adalah :

1. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain. (SNI 1727-2019).
2. Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. (SNI 1727-2019)
3. Pedoman Perencanaan Pembangunan Rumah dan Gedung (PPPURG) 1987.
4. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. (SNI 2847:2019)
5. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2019).



**Gambar 5. Penulangan Plat Lt 2-4**

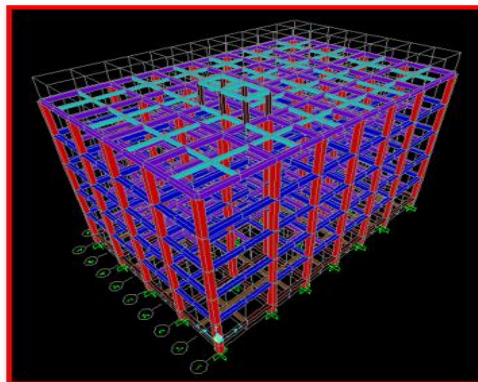
Sumber : Dokumen Pribadi Program AutoCAD

Tabel 8. Tabel Penulangan Plat Lantai

| No | Tipe Plat | Kode Tabel | $M_{max}$<br>(kN.m) | b<br>(m) | d<br>(m) | $M_u/$<br>(b*d^2)<br>(kN/m^2) | Interpolasi       |        |                   |         | $\rho$ | $\rho_{min}$ | $A_s$<br>(mm^2) | Jumlah  | $A_s'$<br>(mm^2) |
|----|-----------|------------|---------------------|----------|----------|-------------------------------|-------------------|--------|-------------------|---------|--------|--------------|-----------------|---------|------------------|
|    |           |            |                     |          |          |                               | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho$ | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho'$ |        |              |                 |         |                  |
| 1  | A         | 4          | 1,34                | 1        | 0,105    | 648,1139                      | 600               | 0,0032 | 700               | 0,0037  | 0,0064 | 0,0058       | 672,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | 5          | 3,34                | 1        | 0,105    | 302,9478                      | 300               | 0,0016 | 400               | 0,0021  | 0,0031 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | 6          | -7,01               | 1        | 0,105    | 615,873                       | 600               | 0,0032 | 700               | 0,0037  | 0,0063 | 0,0058       | 661,500         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | Kode Tabel |                     | b<br>(m) | d<br>(m) | $M_u/$<br>(b*d^2)<br>(kN/m^2) | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho$ | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho'$ | $\rho$ | $\rho_{min}$ | $A_s$<br>(mm^2) | Jumlah  | $A_s'$<br>(mm^2) |
|    |           | d          | -6,79               | 1        | 0,095    | 615,873                       | 700               | 0,0037 | 800               | 0,0043  | 0,0082 | 0,0058       | 862,480         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | e          | 2,56                | 1        | 0,095    | 232,199                       | 200               | 0,0010 | 300               | 0,0016  | 0,0027 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | f          | -6,79               | 1        | 0,095    | 615,873                       | 700               | 0,0037 | 800               | 0,0043  | 0,0082 | 0,0058       | 862,480         | Ø10-100 | 785              |
| 2  | B         | 4          | -6,24               | 1        | 0,105    | 565,9864                      | 600               | 0,0032 | 700               | 0,0037  | 0,0060 | 0,0058       | 630,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | 5          | 2,67                | 1        | 0,105    | 242,1769                      | 200               | 0,0010 | 300               | 0,0016  | 0,0024 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | 6          | -6,24               | 1        | 0,105    | 565,9864                      | 600               | 0,0032 | 700               | 0,0037  | 0,0060 | 0,0058       | 630,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | Kode Tabel |                     | b<br>(m) | d<br>(m) | $M_u/$<br>(b*d^2)<br>(kN/m^2) | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho$ | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho'$ | $\rho$ | $\rho_{min}$ | $A_s$<br>(mm^2) | Jumlah  | $A_s'$<br>(mm^2) |
|    |           | d          | -5,24               | 1        | 0,095    | 580,609                       | 600               | 0,0032 | 700               | 0,0037  | 0,0061 | 0,0058       | 640,500         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | e          | 1,89                | 1        | 0,095    | 209,418                       | 200               | 0,0010 | 300               | 0,0016  | 0,0023 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | f          | -5,24               | 1        | 0,095    | 580,609                       | 600               | 0,0032 | 700               | 0,0037  | 0,0061 | 0,0058       | 640,500         | Ø10-100 | 785              |
| 3  | C         | 4          | 0,99                | 1        | 0,105    | 89,796                        | 100               | 0,0005 | 200               | 0,0010  | 0,0005 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | 5          | 2,30                | 1        | 0,105    | 208,617                       | 200               | 0,0010 | 300               | 0,0016  | 0,0023 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | 6          | -4,96               | 1        | 0,105    | 449,887                       | 400               | 0,0021 | 500               | 0,0026  | 0,0044 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | Kode Tabel |                     | b<br>(m) | d<br>(m) | $M_u/$<br>(b*d^2)<br>(kN/m^2) | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho$ | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho'$ | $\rho$ | $\rho_{min}$ | $A_s$<br>(mm^2) | Jumlah  | $A_s'$<br>(mm^2) |
|    |           | d          | -5,14               | 1        | 0,095    | 615,873                       | 600               | 0,0032 | 700               | 0,0037  | 0,0060 | 0,0058       | 630,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | e          | 1,94                | 1        | 0,095    | 214,958                       | 200               | 0,0010 | 300               | 0,0016  | 0,0023 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | f          | -5,14               | 1        | 0,095    | 615,873                       | 600               | 0,0032 | 700               | 0,0037  | 0,0060 | 0,0058       | 630,000         | Ø10-100 | 785              |
| 4  | D         | 4          | -4,51               | 1        | 0,105    | 409,0700                      | 400               | 0,0021 | 500               | 0,0026  | 0,0041 | 0,0058       | 630,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | 5          | 1,85                | 1        | 0,105    | 167,800                       | 100               | 0,0005 | 200               | 0,0010  | 0,0014 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | 6          | -4,51               | 1        | 0,105    | 409,0700                      | 400               | 0,0021 | 500               | 0,0026  | 0,0041 | 0,0058       | 630,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | Kode Tabel |                     | b<br>(m) | d<br>(m) | $M_u/$<br>(b*d^2)<br>(kN/m^2) | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho$ | $M_u/$<br>(b*d^2) | $\rho'$ | $\rho$ | $\rho_{min}$ | $A_s$<br>(mm^2) | Jumlah  | $A_s'$<br>(mm^2) |
|    |           | d          | -4,11               | 1        | 0,095    | 455,4017                      | 400               | 0,0021 | 500               | 0,0026  | 0,0044 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | e          | 1,53                | 1        | 0,095    | 169,529                       | 100               | 0,0005 | 200               | 0,0010  | 0,0014 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |
|    |           | f          | -4,11               | 1        | 0,095    | 455,4017                      | 400               | 0,0021 | 500               | 0,0026  | 0,0044 | 0,0058       | 609,000         | Ø10-100 | 785              |

(Sumber : Dokumentasi Pribadi - Program Microsoft Excel)

## Perhitungan Struktur Portal (Balok dan Kolom)



Gambar 6 Penulangan Plat Lt 2-4

Sumber : Dokumen Pribadi Program AutoCAD

### Pedoman Perhitungan Balok dan Kolom

Dalam perencanaan Balok dan Kolom, pedoman yang dipakai:

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)
2. SNI 03-1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
3. SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
4. Kusuma, Gideon. 1993. Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang. Penerbit Erlangga : Jakarta.
5. Sunggono. 1984. Teknik Sipil. Penerbit Nova, Bandung.

### Perhitungan Balok dan Kolom

#### Data Teknis Portal

##### 1. Material Beton

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Berat per unit volume                              | = 2400 kg/m <sup>3</sup> |
| f.c (Balok dan Kolom)                              | = 30 MPa                 |
| Modulus Elastisitas                                | = 25743 MPa              |
| $E_c = 4700 \sqrt{f_c} \rightarrow 4700 \sqrt{30}$ | = 25.743 MPa             |

##### 2. Material Tulangan

| Besi Ulir |          | Besi Polos |          |
|-----------|----------|------------|----------|
| fy (MPa)  | fu (MPa) | fy (MPa)   | fu (MPa) |
| 400       | 570      | 240        | 390      |

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| Berat per unit volume | = 7850 kg/m <sup>3</sup> |
| Modulus elastisitas   | = 200000 Mpa             |

### Menentukan Syarat-syarat Batas dan Panjang Bentang

Balok dianggap ditumpu bebas pada kedua tepinya, dengan panjang bentang 500 cm dan 600 cm

### Menentukan Dimensi

Pada perencanaan dimensi Tie Beam (sloof), balok menggunakan acuan dengan asumsi awal 1/10 L hingga 1/15 L dari jarak kolom. Dalam perencanaan ini digunakan 1/10.

S1 = 30 x 60 cm, S2 = 25 x 40 cm, B1 = 30 x 60 cm, B2 = 25 x 40 cm, B3 = 20 x 35 cm

Perencanaan dimensi kolom ialah,

$$\begin{aligned} \text{Dimensi Kolom} &= \text{lebar balok} + (2 \times 50 \text{ mm}) \\ &= 300 \text{ mm} + (2 \times 50 \text{ mm}) = 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diambil dimensi kolom 400 mm (batas minimum), direncanakan :

$$K1 = 50 \times 50 \text{ cm}, K2 = 40 \times 40 \text{ cm}, K3 = 30 \times 30 \text{ cm}$$

### Pembebanan Portal

Sesuai dengan Peraturan Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987) pembebanan yang ditinjau dalam portal sebagai berikut :

Beban pada Pelat Lantai

##### 1. Beban mati (W<sub>D</sub>)

|                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Berat pelat lantai                 | = 2400 x 0,14 = 336 kg/m <sup>2</sup> |
| Berat spasi lantai                 | = 0,025 x 21 = 53 kg/m <sup>2</sup>   |
| Penutup lantai                     | = 24 kg/m <sup>2</sup>                |
| Berat plafond                      | = 18 kg/m <sup>2</sup> +              |
| Total pembebanan (W <sub>D</sub> ) | = 431 kg/m <sup>2</sup>               |

##### 2. Beban Hidup (W<sub>L</sub>)

$$\text{Beban hidup Gedung Parkir} = 800 \text{ kg/m}^2$$

Beban pada Balok

$$\begin{aligned}\text{Berat dinding (batu ringan)} &= 4 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^3 = 1000 \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding (partisi)} &= 4 \text{ m} \times 100 \text{ kg/m}^2 = 400 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil akhir penyusunan laporan tugas akhir tersebut, penyusun dapat mengambil kesimpulan antara lain :

1. Perhitungan perencanaan struktur gedung perkantoran bertingkat ini menggunakan beberapa data primer dan data sekunder, Ketepatan dan ketelitian dalam pengumpulan data sangat membantu dalam merencanakan struktur bangunan yang kuat, serta beberapa acuan pedoman peraturan dalam merencanakan suatu konstruksi.
2. Perhitungan tulangan pada struktur kolom, balok, pelat lantai dibantu menggunakan aplikasi SAP 2000 versi 14. Dimana diperoleh harga momen, gaya lintang dan torsi yang bervariasi. Dari nilai yang berbeda-beda tersebut diambil nilai yang maksimum dan dikelompokkan untuk memudahkan perhitungan.
3. Perhitungan beban gempa dalam perencanaan ini mengacu pada SNI gempa dan analisis desain respon *spectrum* gempa.

### Daftar Pustaka

- Abrori, Mahbub, et al. (2020) "Perencanaan Struktur Tahan Gempa Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Unhasy di Jombang."
- Antonius, 2021. "Perilaku Dasar dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019" Penerbit Unissula Press, Semarang.
- Anugrah Pamungkas, Erny Harianti. 2010. "Desain Pondasi Tahan Gempa". Penerbit ITS Press: Surabaya.
- Asroni, Ali. 2010. "Balok dan Pelat Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019" Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Rumah dan Gedung". SNI 1726-2019.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. "Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung" SNI 03-1729-2019.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perhitungam Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. " SNI 03-2847-2019.
- Badan Standar Nasional. (2020). Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. SNI-1727-2020. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Departemen Pekerjaan Umum, "Pedoman Perencanaan Pembangunan Untuk Rumah dan Gedung (PPURG) "1987.
- Indranto Himawan. 2009 Literatur KSAKS, 2014 "Diktat Kursus SAP 2009", Universitas Diponegoro.
- Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1993. "Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang". Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1997. "Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang". Penerbit Erlangga : Jakarta.