

PERENCANAAN GEDUNG PARKIR SEPEDA MOTOR 3 LANTAI DARI KONTRUKSI BETON DI UNIVERSITAS PANDANARAN

Soehartono¹⁾, Widayat Amariansyah²⁾

Universitas Pandanaran

Jl. Banjarsari Barat No. 1 Tembalang Semarang 50275

email¹⁾: soehartono.sipil@gmail.com

email²⁾: widayat62@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia terletak pada daerah rawan gempa, meskipun di daerah UNPAND tidak pernah mengalami gempa. karena bangunan gedung parkir memiliki tiga lantai. untuk mengurangi resiko bencana perlu konstruksi bangunan tahan gempa. Perencanaan ini bertujuan untuk merencanakan suatu struktur bangunan gedung parkir motor 3 lantai, yang stabil, cukup kuat, mampu tahan lama, awet dan memenuhi tujuan lainnya seperti ekonomis dan kemudahan pelaksanaan.

Dalam perencanaan ini akan direncanakan struktur gedung dengan struktur beton portal tak bergoyang SNI 03-2847-2012 dan SNI 1726 2012 dimana bangunan sistem rangka pemikul momen khusus dan menggunakan *Strong Column and Weak Beam* (kolom kuat dan balok lemah). Struktur yang direncanakan adalah gedung parkir sepeda motor.

Pada struktur beton tebal pelat atap 100 mm, tebal pelat lantai 120 mm, balok anak 350 x 200 mm, balok induk 550 x 300 mm, kolom persegi 500 x 500 mm, dengan mutu beton f_c 25 MPa dan f_y 400 MPa. pada intinya gedung ini di rencanakan untuk membuat nyaman pengguna, jika sewaktu waktu gedung terjadi gempa.

Kata kunci : Kolom kuat, Balok lemah, Universitas Pandanaran.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Sebagai salah satu Universitas Swasta yang terletak berdekatan dengan kampus UNDIP dan berada dilingkungan perguruan tinggi kota Semarang, Universitas Pandanaran Semarang mempunyai banyak keunggulan, salah satunya dengan motto yang sudah lama dipromosikan yaitu *UNPAND go ASEAN* karena mempunyai ciri khas sebagai kampus yang bermutu, bermartabat, mandiri dan berorientasi *entrepreneurship*.

Pada posisi *prestise* untuk menjaga predikat diatas, Universitas Pandanaran yang memiliki 3 (tiga) fakultas dan 10 (sepuluh) prodi dengan jumlah mahasiswa kurang lebih 3000 masih banyak memiliki kelemahan pada sektor sarana dan prasarana bangunan yang lebih dari cukup baik bangunan akademik maupun non akademik. Semakin banyak pengguna motor dikalangan kampus yang

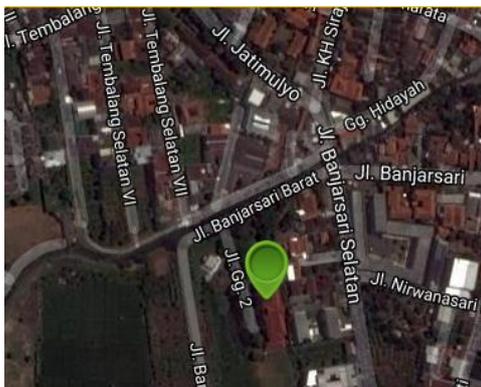
tidak diimbangi dengan sarana tempat parkir yang memadai, tentu hal ini menjadi salah satu masalah yang sangat kompleks karenanya menyangkut banyak pihak baik mahasiswa, karyawan maupun dosen.

Melihat fenomena seperti ini yang kemudian timbul pikiran untuk merencanakan tempat parkir dengan lahan yang tidak begitu luas namun bisa menampung banyak kendaraan bermotor. Perencanaan bangunan bertingkat menjadi satu satunya solusi karena berkaitan dengan lahan yang sempit, yaitu dengan perencanaan pembangunan gedung parkir dari konstruksi beton dengan atap pelat beton. Perencanaan gedung parkir bertingkat yang pada umumnya hanya tempat untuk parkir kendaraan yang tidak dengan memperhitungkan estetika bangunan, perencanaan merencanakan bangunan tersebut gedung parkir dengan 3 lantai dengan konstruksi beton yang dengan atap

pelat lantai beton diharap bisa memberikan solusi terbaik. Oleh karenanya perhitungan gedung ini dilakukan dengan cara manual maupun menggunakan *software* SAP (*Structural Analysis Program*) untuk arah vertikal seperti beban mati dan beban hidup.

Lokasi Pembangunan Gedung Parkir Kampus UNPAND Semarang

Lokasi Proyek Perencanaan Kampus UNPAND terletak di Jalan Banjarsari Barat No.1 Pedalangan, Banyumanik – Semarang



Gambar 1. Lokasi Kampus UNPAND



Gambar 2. Kondisi *Existing* Parkir Sepeda Motor

Batasan Masalah

Batasan masalah perencanaan :

- Beban yang bekerja pada struktur adalah beban gravitasi dan gempa.
- Jumlah lantai 3 (tiga) termasuk atap.

- Fungsi bangunan adalah gedung parkir kampus.
- Pelat lantai menggunakan beton bertulang dengan tebal 12 cm.
- Atap menggunakan konstruksi beton tebal 10 cm.
- Gedung terletak di Indonesia wilayah gempa 2 pada jenis tanah sedang.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan pembangunan Gedung parkir dan untuk mengetahui metode perencanaan konstruksi bangunan bertingkat dengan struktur beton, serta untuk mengetahui struktur yang secara langsung menerima beban bangunan baik dari arah vertikal maupun horisontal.

Manfaat yang dapat diambil dari perencanaan bisa menambah wawasan, pengalaman dan ilmu pengetahuan tentang meredesain struktur bangunan gedung, serta tidak hanya mendesain struktur bangunan gedung saja, namun dapat merencanakan bangunan gedung dengan melihat situasi kondisi sekitar.

Ruang Lingkup

Pokok Permasalahan yang akan dibahas dalam Perencanaan ini meliputi perencanaan struktur bangunan yang menggunakan struktur beton bertulang. Dengan ruang lingkup dalam perencanaan bangunan ini adalah sebagai berikut:

- Perencanaan struktur atap;
- Perencanaan pelat lantai;
- Perencanaan tangga;
- Perencanaan balok;
- Perencanaan kolom.

TINJAUAN PUSAKA

Pada tahap perencanaan struktur gedung parkir sepeda motor, perlu dilakukan tinjauan pustaka untuk mengetahui hubungan antara susunan fungsional gedung dengan sistem struktural yang akan digunakan, disamping juga untuk mengetahui dasar – dasar teorinya. Bangunan harus kokoh dan aman terhadap keruntuhan (kegagalan struktur) dan terhadap gaya – gaya yang disebabkan angin dan gempa bumi. Maka setiap elemen bangunan disesuaikan dengan

kriteria dan persyaratan yang ditentukan, agar mutu bangunan yang dihasilkan sesuai dengan fungsi yang diinginkan (Juwana, 2005).

Daktalitas adalah kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca – elastik yang besar secara berulang kali dan bolak balik akibat beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelelehan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan. (SNI-1726-2002).

Konsep Dasar Perencanaan Analisis Gaya

Analisis beban dorong statik (*static push over analysis*) pada struktur gedung, dengan menggunakan cara analisis statik 2 dimensi atau 3 dimensi linier dan non linier, dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur gedung dianggap sebagai beban – beban statik yang menangkap pada pusat massa masing – masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur – angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama didalam struktur gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk elasto plastis yang besar sampai mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

Gaya luar (Gaya gempa)

Beban gempa nominal, yang nilainya ditentukan oleh 3 hal, yaitu oleh besarnya probabilitas beban itu dilampaui dalam kurun waktu tertentu, oleh tingkat daktalitas struktur yang mengalaminya dan oleh kekuatan lebih yang terkandung di dalam struktur tersebut. Menurut Standart ini, peluang dilampauinya beban tersebut dalam kurun waktu umur gedung 50 tahun adalah 10% dan gempa yang menyebabkannya disebut gempa rencana (dengan periode ulang 500 tahun), tingkat daktalitas struktur gedung dapat ditetapkan sesuai kebutuhan sedangkan faktor kuat lebih f_1 untuk struktur gedung umum nilainya adalah 1,6 (SNI-1726-2002).

Gaya akibat beban gravitasi

a. Beban mati

Beban mati merupakan beban yang berasal dari berat sendiri semua bagian dari gedung yang bersifat tetap, termasuk dinding dan sekat pemisah, kolom, balok, lantai, atap, penyelesaian, mesin dan peralatan yang merupakan bagianm yang tidak terpisahkan dari gedung, yang nilai seluruhnya adalah sedemikian rupa sehingga probabilitas untuk dilampauinya dalam kurun waktu tertentu terbatas pada suatu persentase tertentu. (SNI-1726-2002).

b. Beban hidup

Beban hidup nominal yang bekerja pada struktur gedung merupakan beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung tersebut, baik akibat beban yang berasal dari orang maupun dari barang yang dipindahkan atau mesin dan peralatan serta komponen yang tidak merupakan bagian yang tetap dari gedung, yang nilai seluruhnya adalah rupa. (SNI-1726-2002).

Perencanaan beban dan kuat terfaktor

a. Kekuatan ultimit struktur gedung :

$$R_u = \phi R_n$$

Pembebanan Ultimit :

$$Q_u = \gamma Q_n$$

Perencanaan beban dan kuat terfaktor harus memenuhi persyaratan :

$$R_u \geq Q_u$$

b. Kombinasi pembebanan :

Oleh beban mati dan beban hidup :

$$Q_u = \gamma_D D_n + \gamma_L L_n$$

Oleh beban mati, beban hidup, dan beban gempa :

$$Q_u = \gamma_D D_n + \gamma_L L_n + \gamma_E E_n$$

Perencanaan Kapasitas

Struktur gedung harus memenuhi persyaratan “Kolom Kuat Balok Lemah”, artinya ketika struktur gedung memikul pengaruh Gempa rencana, sendi sendi plastis di dalam struktur gedung tersebut hanya boleh terjadi pada ujung ujung balok dan pada kaki kolom dan kaki dinding geser saja. Implementasi persyaratan ini didalam perencanaan struktur beton dan struktur baja ditetapkan dalam standar beton

dan standar baja yang berlaku (Supriyono, 2005)

Wilayah Gempa

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 wilayah gempa, dimana wilayah wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian wilayah gempa ini didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun, yang nilai rata-ratanya untuk setiap wilayah gempa (Indarto,2010).

Kinerja Struktur Gedung

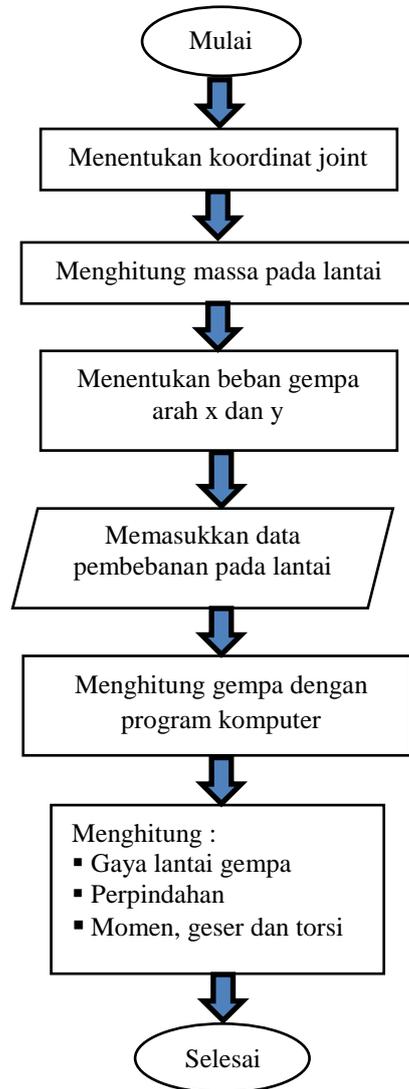
a. Kinerja batas layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelepasan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan nonstruktur dan ketidaknyamanan penghuni. yang telah dibagi faktor Skala (Indarto,2010)

b. Kinerja batas ultimit

Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar – gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (*sela delatasi*).

Diagram Alir Perhitungan Gempa



Gambar 3. Diagram Alir Perhitungan Gempa

Perencanaan Pelat

Pelat lantai merupakan struktur bangunan yang terbuat dari material monolit (biasanya dibuat dengan beton bertulang) yang ditumpu oleh struktur balok pada keempat sisi bawahnya.

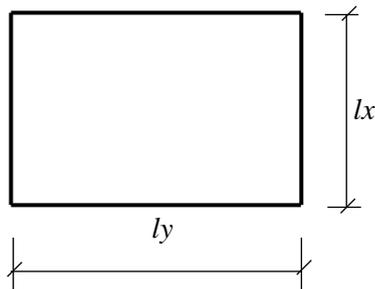
a. Pelat satu arah (*One Way Slab*)

Sebuah struktur dapat digolongkan ke dalam jenis pelat ini apabila sistem tumpuannya hanya dapat atau dianggap melentur ke satu arah saja. Penentuan tebal pelat terlentur satu arah tergantung pada beban atau momen lentur yang bekerja,

defleksi yang terjadi, dan kebutuhan kuat geser yang dituntut.

Adapun ciri-ciri jenis pelat ini adalah :

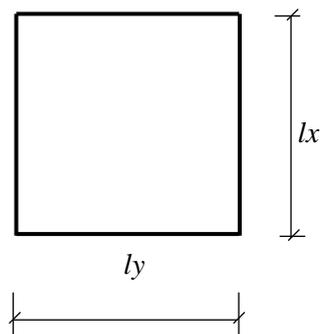
- Pelat ditumpu pada sisi yang saling berhadapan
- Pelat persegi yang ditumpu pada keempat sisinya dengan perbandingan antar sisi panjang pelat (l_y) dan sisi lebar pelat (l_x) > 2 atau secara matematis dapat ditulis $\frac{l_y}{l_x} > 2$ (gambar 2.3).



Gambar 4. Pelat Satu Arah
 $l_y/l_x > 2$

b. Pelat dua Arah (*Two Way Slab*)

Suatu pelat dapat dikatakan termasuk ke dalam jenis pelat dua arah apabila jarak $\frac{l_y}{l_x} \leq 2$, dimana l_y dan l_x adalah panjang pelat dari sisi - sisinya. Dapat kita lihat pada gambar 2.4 contoh desain pelat dua arah



Gambar 5. Plat Dua Arah
 $l_y/l_x \leq 2$

METODOLOGI PERENCANAAN

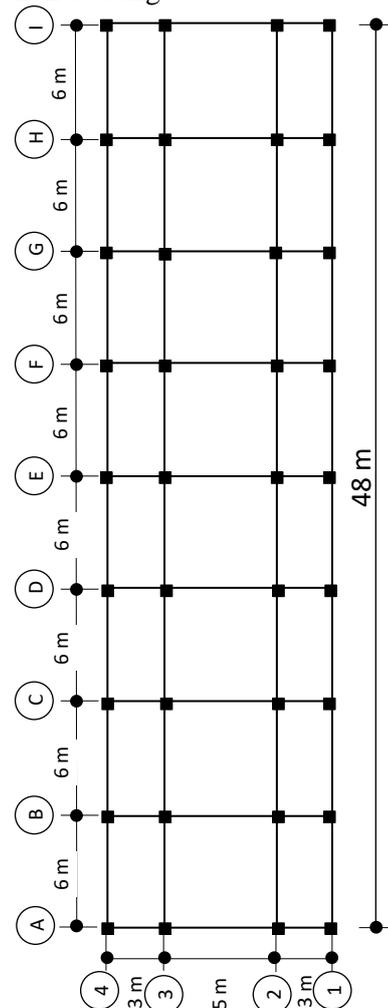
Data Dasar Perancangan

a. Mengumpulkan Data yang Berkaitan dengan Perencanaan

Mempelajari gambar eksisting sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan perencanaan. Mempelajari data-data perencanaan secara keseluruhan yang mencakup, data umum bangunan :

- 1) Nama Gedung : Gedung Parkir;
- 2) Lokasi: UNPAND Semarang;
- 3) Fungsi: Gedung Parkir;
- 4) Jumlah Lantai: 3 lantai;
- 5) Panjang Bangunan: 48 m;
- 6) Lebar Bangunan: 10.5m
- 7) Tinggi Bangunan: 9.00 m
- 8) Struktur Utama: Struktur Beton

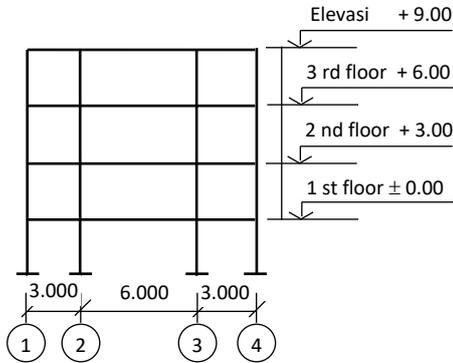
b. Denah Gedung



Gambar 6. Denah Gedung Parkir

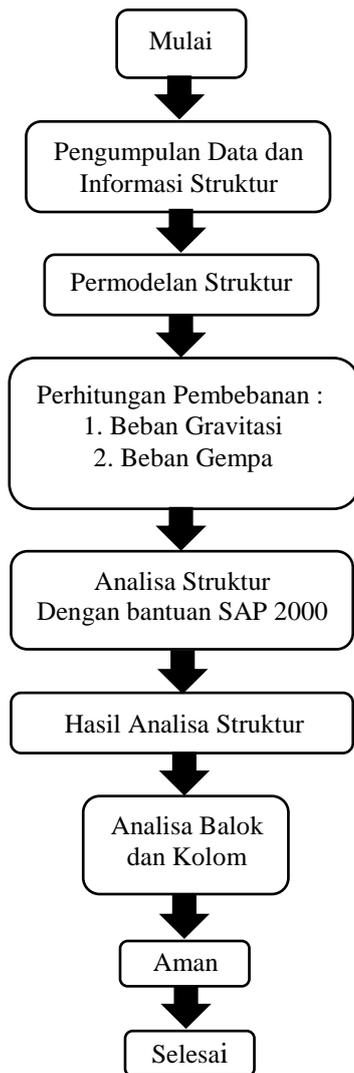
c. Model Struktur

Struktur portal mempunyai 3 tingkat (*story*). Model struktur selengkapnya seperti dalam gambar dibawah ini:



Gambar 7. Portal Arah Y

Diagram Alir Perencanaan



Gambar 8. Diagram Alir Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Bahan

- 1) Mutu Bahan : $f'_y = 240 \text{ Mpa}$;
 $f'_y = 400 \text{ Mpa}$;
 $f'_c = 25 \text{ Mpa}$;
- 2) Modulus Elastisitas Beton: $4700\sqrt{f'_c} = 4700\sqrt{25} = 23.500 \text{ Mpa}$;
- 3) Modulus Elastisitas Baja: 2.10^5 Mpa
- 4) Berat Jenis Beton : 2.400 kg/m^3

Ketentuan Perencanaan

a. Data Teknis

- Fungsi bangunan : Gedung Parkir
- Daerah gempa : 2 (Semarang)
- Jenis tanah dasar : Sedang

b. Data Bangunan

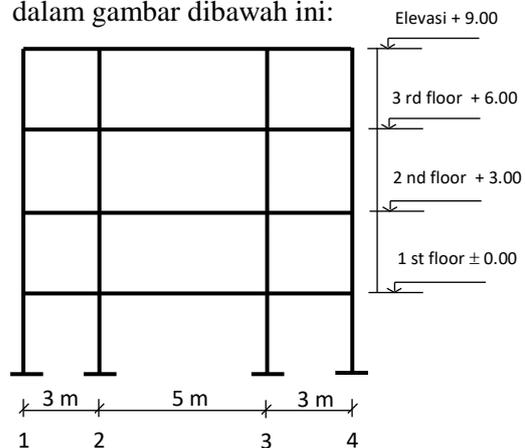
- 1) Jumlah lantai : 3
- 2) Tinggi tiap lantai : 3 m
- 3) Jarak antar kolom : 6 m
- 4) Tebal lantai : 0,12 m
- 5) Tebal lantai : 0,10 m
- 6) Lebar gedung : 11 m
- 7) Panjang gedung : 48 m

c. Peraturan Perencanaan

- 1) Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung SK-SNI T-15-1991-03
- 2) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI-03-1726-2002
- 3) Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, tahun 1983

Portal Arah Y

Struktur portal mempunyai 3 tingkat (*story*). Model struktur selengkapnya seperti dalam gambar dibawah ini:



Gambar 9. Portal Arah Y

Analisis Beban Gempa

Pedemansian Struktur :

a. Balok

Untuk pajang balok $L = 6 \text{ m} = 6000 \text{ mm}$

- Tinggi $= h \geq 6000/12$
 $h \geq 6000/12$
 $h \geq 500$
- Digunakan $h = 550 \text{ mm}$
 lebar $b = h/2$
 $b = 550/2$
 $b = 275 \text{ mm}$
- Digunakan $b = 300 \text{ mm}$
- Jadi dimensi Balok Induk yang digunakan adalah = **550 x 300 mm**

b. Balok Anak

- Luas plat = $6 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 30 \geq 20 \text{ m}^2$,
 maka dibutuhkan balok anak

Panjang balok anak (L) = 5 m

Tinggi $h \geq L/16$
 $h \geq 5000/16$
 $h \geq 312,5$

Digunakan $h = 350 \text{ mm}$
 lebar $b/h \geq 0,3$

$b = h/2$
 $b = 350/2$
 $b = 175 \text{ mm}$

- Digunakan $b = 200 \text{ mm}$
- Jadi dimensi Balok Anak yang digunakan adalah = **350 x 200 mm**

c. Kolom

- Kolom persegi

$$Kk = 1,2 kb$$

$$\frac{Ik}{H} = 1,2 \frac{Ib}{Lb}$$

$$\frac{\frac{1}{12}xbxh^3}{\frac{H}{3000}} = 1,2 \frac{\frac{1}{12}xbxh^3}{\frac{Lb}{6000}}$$

$$\frac{\frac{1}{12}xbxh^3}{3000} = 1,2 \frac{\frac{1}{12}x 300 x 550^3}{6000}$$

Asumsi $b = h$

$$\frac{\frac{1}{12}xb^4}{\frac{3000}{b^4}} = 1,2 \frac{\frac{1}{12}x 300 x 550^3}{6000}$$

$$\frac{b^4}{3600} = 831875$$

$b = 233,93 \text{ mm}$

Jadi dipakai $b = h = 500 \text{ mm}$

check :

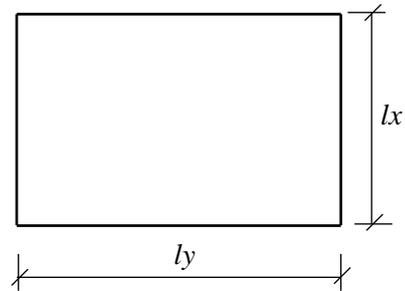
$$\frac{\frac{1}{12}x500^4}{3000} \geq 1,2 \frac{\frac{1}{12}x 300 x 550^3}{6000}$$

$10.416.666,67 \geq 4.991.250 \rightarrow \dots \text{ Ok}$

- Jadi dimensi kolom persegi adalah = **500 x 500 mm**

d. Pelat Lantai

Luas Plat $6 \times 5 = 30 \text{ m}^2$ (karena luasan pelat $> 20 \text{ m}^2$ maka ditambahkan balok anak pada bentang 6 m, sehingga luasan plat menjadi $3 \times 5 = 15 \text{ m}^2$).



$$\beta = \frac{ly}{lx} = \frac{5}{3} = 1,66$$

$$\beta \leq 2 \text{ (one way slab)}$$

Gambar 10. *One Way Slab* $ly/lx > 2$

Menurut SNI 03-2847-2002, pelat minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisi sesuai :

$$h_{\min} = \frac{Ln (0,8 + \frac{fy}{1500})}{36 + 9\beta} = \frac{5000 (0,8 + \frac{360}{1500})}{36 + 9(1,66)} = 102,08 \text{ mm}$$

$$h_{\max} = \frac{Ln (0,8 + \frac{fy}{1500})}{36} = \frac{5000 (0,8 + \frac{360}{1500})}{36} = 144,44 \text{ mm}$$

- Digunakan $h = 120 \text{ mm}$ (tebal plat lantai)
- Digunakan $h = 100 \text{ mm}$ (tebal plat atap)

Perhitungan Berat Bangunan (Wt)

a. Perhit. Berat struktur lantai 1

- 1) Berat plat lantai = $p \times l \times t \times B_j$
 $= 48 \times 10 \times 0,12 \times 2400 = 138.240 \text{ kg}$
- 2) Berat Balok Utama = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 Arah X = $24 \times 0,3 \times 0,55 \times (6) \times 2400 = 57.024 \text{ kg}$
 Arah Y = $18 \times 0,3 \times 0,55 \times (5) \times 2400 = 35.640 \text{ kg}$
- 3) Berat balok anak = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 $= 16 \times 0,2 \times 0,35 \times (5) \times 2400 = 13.440 \text{ kg}$
- 4) Berat kolom = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 $= 27 \times 0,5 \times 0,5 \times 3 \times 2400 \text{ kg} = 48.600 \text{ kg}$
- 5) Beban dinding = $2 (p + l) \times L \times B_j$

$$= 2 (10+48) \times 3 \times 0,12 \times 1700$$

$$= 70.992 \text{ kg}$$

- 6) Beban mati tambahan
 Bbn tegel = $0,02 \times 2200 = 44 \text{ kg/m}^2$
 Bbn spesi = $0,03 \times 2100 = 63 \text{ kg/m}^2$
 Bbn plafon + pgantung = $\frac{18 \text{ kg/m}^2}{125 \text{ kg/m}^2} +$
- Total = $p \times L \times DL$
 $= 48 \times 12 \times 125 = 72.000 \text{ kg}$
- 7) Bban hidup (LL) = $p \times l \times 250 \text{ kg/m}^2$
 $= 48 \times 12 \times 250 \text{ kg/m}^2$
 $= 144.000 \text{ kg}$
- Faktor Reduksi = $30\% \times \text{Beban Hidup}$
 $= 30\% \times 144.000 \text{ kg}$
 $= 43.200 \text{ kg}$
- 8) Σ beban = $138.240 \text{ kg} + 57.024 \text{ kg} +$
 $35.640 \text{ kg} + 13.440 \text{ kg} + 48.600 \text{ kg} +$
 $88.740 \text{ kg} + 72.000 \text{ kg} + 43.200 \text{ kg} =$
496.884 kg

b. Perhitungan berat struktur lantai 2

- 1) Berat plat lantai = $p \times l \times t \times B_j$
 $= 48 \times 10 \times 0,12 \times 2400 \text{ kg} = 138.240 \text{ kg}$
- 2) Berat Balok Utama = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 Arah X = $24 \times 0,3 \times 0,55 \times (6) \times 2400 \text{ kg}$
 $= 57.024 \text{ kg}$
 Arah Y = $18 \times 0,3 \times 0,55 \times (5) \times 2400 \text{ kg}$
 $= 35.640 \text{ kg}$
- 3) Berat balok anak = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 $= 16 \times 0,2 \times 0,35 \times (5) \times 2400 \text{ kg}$
 $= 13.440 \text{ kg}$
- 4) Berat kolom = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 $= 27 \times 0,5 \times 0,5 \times 3 \times 2400 \text{ kg}$
 $= 48.600 \text{ kg}$
- 5) Beban dinding = $2 (p + l) \times L \times B_j$
 $= 2 (10+48) \times 3 \times 0,12 \times 1700 \text{ kg}$
 $= 70.992 \text{ kg}$
- 6) Beban mati tambahan
 Bbn tegel = $0,02 \times 2200 = 44 \text{ kg/m}^2$
 Bbn spesi = $0,03 \times 2100 = 63 \text{ kg/m}^2$
 Bbn plafon + ME = $\frac{43 \text{ kg/m}^2}{150 \text{ kg/m}^2} +$
- Total = $p \times l \times DL$
 $= 48 \times 12 \times 150 \text{ kg} = 86.400 \text{ kg}$
- 7) Beban hidup (LL) = $p \times l \times 250 \text{ kg/m}^2$
 $= 48 \times 12 \times 250 \text{ kg/m}^2 = 144.000 \text{ kg}$
 Faktor Reduksi = $30\% \times \text{Beban Hidup}$
 $= 30\% \times 144.000 \text{ kg} = 43.200 \text{ kg}$
- 8) Σ beban = $138.240 \text{ kg} + 57.024 \text{ kg} +$
 $35.640 \text{ kg} + 13.440 \text{ kg} + 48.600 \text{ kg} +$
 $70.992 \text{ kg} + 86.400 \text{ kg} + 43.200 \text{ kg} =$
493.536 kg

c. Perhitungan berat struktur lantai 3

1. Berat plat lantai = $p \times l \times t \times B_j$
 $= 48 \times 10 \times 0,12 \times 2400 \text{ kg} = 138.240 \text{ kg}$
2. Berat Balok Utama = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 Arah X = $24 \times 0,3 \times 0,55 \times (6) \times 2400 \text{ kg}$
 $= 57.024 \text{ kg}$
 Arah Y = $18 \times 0,3 \times 0,55 \times (5) \times 2400 \text{ kg}$
 $= 35.640 \text{ kg}$
3. Berat balok anak = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 $= 16 \times 0,2 \times 0,35 \times (5) \times 2400 \text{ kg}$
 $= 13.440 \text{ kg}$
4. Berat kolom = $n \times b \times h \times L \times B_j$
 $= 27 \times 0,5 \times 0,5 \times 3 \times 2400$
 $= 24.300 \text{ kg}$
5. Beban dinding = $2 (p + l) \times L \times B_j$
 $= 2 (10+48) \times 3 \times 0,12 \times 1700 \text{ kg}$
 $= 70.992 \text{ kg}$
6. Beban hidup (LL) = $p \times l \times 250 \text{ kg/m}^2$
 $= 48 \times 12 \times 250 \text{ kg/m}^2 = 144.000 \text{ kg}$
 Faktor Reduksi = $30\% \times \text{Beban Hidup}$
 $= 30\% \times 144.000 \text{ kg} = 43.200 \text{ kg}$
7. Σ beban = $138.240 \text{ kg} + 57.024 \text{ kg} +$
 $35.640 \text{ kg} + 13.440 \text{ kg} + 24.300 \text{ kg} +$
 $70.992 \text{ kg} + 24.768 \text{ kg} + 43.200 \text{ kg} =$
407.604 kg.

Tabel 1. Rangkuman Berat Struktur

Lantai (i)	Tinggi lantai (Z)	Berat (W) (Kg)	Wi x Zi (Kg)
3 (atap)	9 m	407.604	3.668.436
2	6 m	493.536	2.961.216
1	3 m	496.884	1.490.652
		1.398.024	8.120.304

Tabel 2. Spektrum Respon Gempa Rencana

Wil. Gempa	Tanah Keras $T_c = 0,5$ det		Tanah Keras $T_c = 0,6$ det		Tanah Keras $T_c = 1,0$ det	
	A_m	A_r	A_m	A_r	A_m	A_r
1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2
2	0	5	3	8	0	0
3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,5	0,5
4	0	5	8	3	0	0
5	0,4	0,2	0,5	0,3	0,7	0,7
6	5	3	5	3	5	5
	0,6	0,3	0,7	0,4	0,8	0,8
	6	0	0	2	5	5
	0,7	0,3	0,8	0,5	0,9	0,9
	0	5	3	0	0	0
	0,8	0,4	0,9	0,5	0,9	0,9
	3	2	0	4	5	5

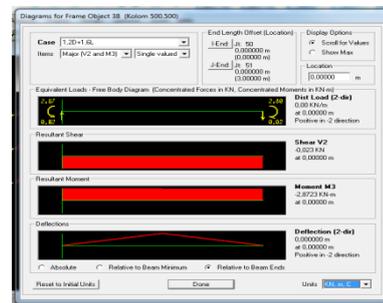
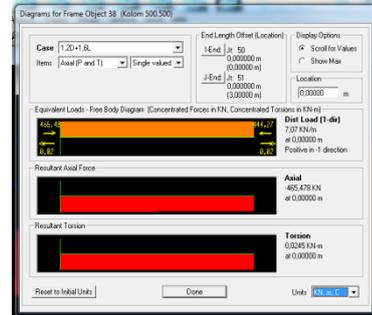
Tabel 3. Distribusi Beban Gempa Disepanjang Tinggi Bangunan

Lantai (i)	Z_i (m)	W_i (kN)	$W_i \times Z_i$ (kN)	Fix = F_{iy} (kN)	Por-tal arah X	Portal arah Y
					1/3 Fix (kN)	1/9 F_{iy} (kN)
3	9	407,604	36684,36	520,11	173,37	57,79
2	6	493,536	29612,16	419,84	139,95	46,65
1	3	496,884	14906,52	211,34	70,446	23,48
			81.203,04			

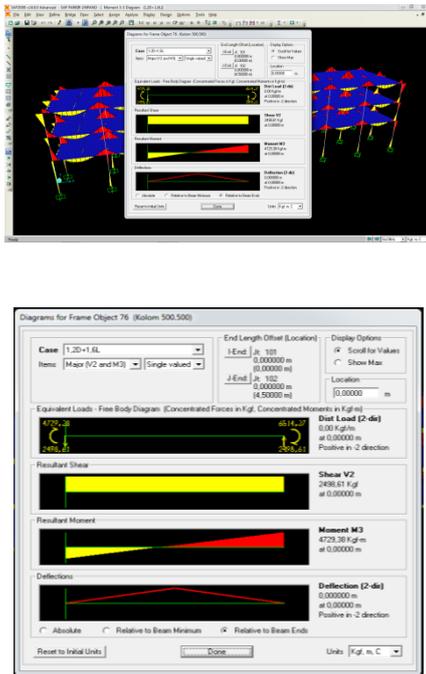
Tabel 4. Momen Ultimate dan Arah Momen dari SAP

Kon dis i	Loka si	Arah mom en	Arah Goyan gan	Mu (K N-m)
1	Porta 1 C 2-1	Nega tif	Kanan	- 70,67
2	Porta 1 C 1-2	Nega tif	Kiri	- 86,61
3	Porta 1 C 1-2	Posit if	Kanan	-
4	Porta 1 C 2-1	Posit if	Kiri	-
5	Teng ah benta ng	Posit if	Kedua nya	47,70

Hasil perhitungan SAP 2000



Gambar 11. Hasil perhitungan SAP



Gambar 12. Hasil perhitungan SAP lanjutan

Perencanaan Pelat Atap

a. Data Teknis

- 1) Mutu beton ($f'c$) = 25 M.Pa
- 2) Mutu baja (f_y) = 240 M.Pa
- 3) Beban beton bertulang (PPIUG 2013)
- 4) Beban spesi 2 cm (PMI 2013)

b. Tebal pelat

Menurut buku Dasar Perencanaan Beton Bertulang (CUR) tabel 10, tebal untuk pelat untuk atap 10 cm.

Perhitungan Pembebanan Pelat Atap

a. Beban Hidup (q_l)

Berdasarkan PPIUG untuk gedung 1983 yaitu :

Beban hidup fungsi atap = 200 kg/m^2

b. Beban Mati (q_d)

Tebal pelat = 10 cm

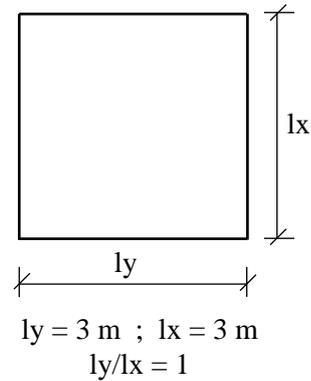
c. Beban Ultimate (q_u)

Untuk tinjauan lebar 1 m pelat maka :
 $q_u = 1,2 q_d + 1,6 q_l \rightarrow = 1,2 \cdot 282 + 1,6 \cdot 200 \rightarrow = 658,4 \text{ kg/m}^2$

Perhitungan momen

Menentukan momen yang bekerja akibat beban berfaktor

a. Pelat Atap Tipe 1



Gambar 4.3 PelatAtap Type 1

Dari tabel 14 Gideon untuk $L_y/L_x = 1$ diperoleh :

$M_{lx} = M_{ly} = 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times 30$
 $= 0,001 \times 658,4 \times 3^2 \times 30 = 177,768 \text{ kg.m}$

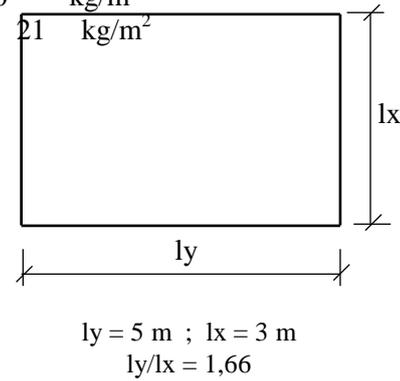
$M_{tx} = M_{ty} = 0,001 \times q_u \times l_x \times l_y \times 68$
 $= 0,001 \times 658,4 \times 3^2 \times 68 = 405,941 \text{ kg.m}$

$M_{tix} = 0,5M_{tx} = 0,5 \times 405,941 = 201,47 \text{ kgm}$

$M_{tiy} = 0,5M_{ty} = 0,5 \times 405,941 = 201,47 \text{ kgm}$

b. Pelat Atap Tipe 2

$M_{Plat} = 2.400 \text{ kg/m}^3$
 $= 21 \text{ kg/m}^2$



Gambar 13. Pelat Atap Tipe2

Dari tabel 14 Gideon untuk $L_y/L_x = 1,66$ diperoleh :

$M_{lx} = 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times 41,5$
 $= 0,001 \times 658,4 \times 3^2 \times 41,5 = 245,913 \text{ kgm}$

$M_{ly} = 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times 25$
 $= 0,001 \times 658,4 \times 3^2 \times 25 = 148,14 \text{ kgm}$

$$\begin{aligned}
 M_{tx} &= 0,001 \times q_u \times l x^2 \times 80 \\
 &= 0,001 \times 658,4 \times 3^2 \times 80 = 474,048 \text{ kgm} \\
 M_{ty} &= 0,001 \times 658,4 \times 3^2 \times 71.5 = 423,68 \text{ kgm} \\
 M_{tix} &= 0,5 \times M_{tx} = 0,5 \times 517,82 = 211,84 \text{ kgm} \\
 \bullet M_{lx} &= 245,913 \text{ kgm} \\
 \bullet M_{ly} &= 148,14 \text{ kgm} \\
 \bullet M_{tx} &= 474,048 \text{ kgm} \\
 \bullet M_{ty} &= 423,68 \text{ kgm} \\
 \bullet M_{tix} &= 211,840 \text{ kgm} \\
 \bullet M_{tiy} &= 201,470 \text{ kgm} \\
 \blacksquare \text{ Tebal penutup} &= 20 \text{ mm} \\
 \blacksquare \text{ Diameter tulangan } (\varnothing) &= 10 \text{ mm} \\
 \blacksquare \text{ Tinggi efektif} & \\
 dx &= h - (p + 1/2 \varnothing) \\
 &= 100 - (20 + 10/2) = 75 \text{ mm} \\
 dy &= h - (p + \varnothing + 1/2 \varnothing) \\
 &= 100 - (20 + 10 + 10/2) = 65 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Tulangan

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \times f'_c \times \beta}{f_y} \times \frac{600}{600+240} \\
 \rho_b &= \frac{0,85 \times 25 \times 0,85}{240} \times \frac{600}{600+240} \\
 &= 0,0537 \\
 \rho_{max} &= 0,75 \times \rho_b \rightarrow = 0,75 \times 0,0537 \\
 &= 0,0402 \\
 \rho_{min} &= 0,0025 \text{ (berlaku untuk pelat).}
 \end{aligned}$$

SIMPULAN

Pada perencanaan Gedung Parkir Sepeda Motor, banyak sekali kendala – kendala yang ditemui oleh penulis, banyak faktor yang menyebabkan hal itu terjadi, diantaranya karena data – data teknis yang dimiliki sangat terbatas. Sehingga dalam melaksanakan perencanaan serta perhitungan masih kurang sempurna.

Namun sebenarnya penulis telah berusaha untuk menyelesaikan dan menyajikan dengan sebaik-baiknya tanpa melupakan kriteria – kriteria yang dianjurkan dalam melakukan suatu perencanaan yang sesuai, kuat dan ekonomis tetapi tidak mengurangi kualitas dari konstruksi yang direncanakan.

Meskipun banyak kendala – kendala yang ada, penulis tetap berusaha mengatasinya dengan berbagai literature yang menyangkut tentang perencanaan

struktur suatu gedung, untuk lebih membantu proses perencanaan.

1. Pada pelaksanaan dilapangan digunakan faktor keamanan yang cukup tinggi.
2. Konstruksi rangka atap yang direncanakan terdiri dari struktur beton bertulang, diperlukan ketelitian dalam pengecoran agar tidak berakibat bocornya atap bangunan.
3. Dalam perencanaan portal ini menggunakan mutu beton $f'_c = 25$ Mpa dan mutu tulangan $f_y = 240$ Mpa dan $f_y = 400$ Mpa.

SARAN

Saran sebagai berikut :

1. Kelengkapan data mutlak dalam merencanakan suatu bangunan bertingkat sehingga perencanaan bisa lebih mendekati kondisi sebenarnya.
2. Ikuti ketentuan dalam peraturan-peraturan perencanaan struktur sehingga didapat nilai yang paling ekonomis.
3. Konsultasi dan bimbingan harus dilakukan untuk mendapatkan masukan yang berguna dalam menentukan asumsi perencanaan.
4. Estimasi beban dan analisa statistika harus benar, agar didapatkan suatu konstruksi yang aman dan memenuhi syarat seperti yang telah ditentukan dalam perencanaan.
5. Tabel dan diagram dalam perhitungan haruslah menggunakan tabel diagram yang diambil dari peraturan yang berlaku.
6. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, maka dibutuhkan pemahaman yang menyeluruh tentang tahap-tahap dalam proses perencanaan, yaitu teori-teori dalam proses perencanaan dan teori - teori yang didapat di bangku kuliah, dan itu semua harus selalu dikembangkan.

Demikian yang dapat penulis sampaikan di dalam perencanaan Gedung Parkir Sepeda Motor, semoga dapat bermanfaat bagi Civitas Akademika Universitas Pandanaran Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1991, *Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung*, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Sunggono, H.K, 1984, *Buku Teknik Sipil*, Nova, Jakarta.
- Himawan, I., 2010, *Aspek Rekayasa Gempa pada Desain Struktur*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Himawan, I., 2010, *Catatan Kuliah Rekayasa Gempa*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Istimawan Dipohusodo, 1999, *Struktur Beton Bertulang, Berdasarkan SKSNI T-15-1991-0, DPU RI*, Gramedia pustaka utama, Jakarta.
- Juwana, J.S., 2005, *Panduan Sistem Bangunan Tinggi Edisi 1*, Erlangga, Jakarta.
- Salmon, C.G. and Johnson, J.E., 1996, *Struktur Baja Desain dan Perilaku 2 Edisi Ketiga*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Schodek, Daniel L. , *Struktur Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga : Jakarta, 1999
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2002, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*, Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*, Yogyakarta.
- Supriyono, 2005, *Struktur Bangunan, Teknik Sipil Universitas Diponegoro*, Semarang.