



**“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on
Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”**

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG SMPN 11 KOTA MADIUN

Achmad Baharudin^{1*}, Rosyid Kholilur Rohman², Arif Afrianto³

^{1*} *Mahasiswa Sarjana Program Teknik Sipil, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu No. 79 Madiun,*

^{2,3} *Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu No. 79 Madiun*

E-mail: ^{1*} achmadbaharudin6@gmail.com, ² rosyid@unmer-madiun.ac.id, ³ arifafrianto@unmer-madiun.ac.id

ABSTRAK

Perencanaan struktur gedung bertingkat di daerah berpotensi gempa tinggi perlu dilakukan dengan mempertimbangkan beban gempa tersebut. Kota Madiun termasuk daerah dengan potensi gempa sedang. Oleh karena itu alternatif perencanaan gedung SMPN 11 Kota Madiun dari 2 lantai menjadi 4. Perencanaan meliputi komponen struktur gedung beton bertulang, serta mengacu pada peraturan SNI 2847-2002 dan SNI 1726-2012. Pemodelan, analisis, dan desain struktur menggunakan program SAP2000 V14. Dari hasil analisis dan perencanaan, pelat atap tipe A sampai I dengan tebal 100 mm, diperoleh (tulangan arah X tumpuan dan lapangan = $\varnothing 10 - 150$ mm dan $\varnothing 10 - 150$ mm, pada arah Y tumpuan dan lapangan = $\varnothing 10 - 200$ mm dan $\varnothing 10 - 200$ mm). Pelat lantai tipe A sampai K dengan tebal 120 mm, diperoleh (tulangan arah X tumpuan dan lapangan = $\varnothing 10 - 125$ mm dan $\varnothing 10 - 125$ mm, pada arah Y tumpuan dan lapangan = $\varnothing 10 - 125$ mm dan $\varnothing 10 - 125$ mm). Untuk pembebanan meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, dan kombinasi pembebanan. Dimensi elemen-elemen struktur yang dihasilkan (balok B1 = 300 x 600 mm pada daerah tumpuan diperoleh dimensi tulangan tarik sebesar 10 D19 dan tulangan tekan sebesar 5 D19 mm. Sedangkan pada daerah lapangan tulangan tarik sebesar 3 D16 dan tulangan tekan sebesar 2 D16 dengan tulangan geser $\varnothing 12 - 120$ mm dan kolom K1 = 450 x 450 mm diperoleh dimensi tulangan sebesar 4 D19 dengan tulangan geser $\varnothing 12 - 200$ mm, K2 = 400 x 400 mm diperoleh dimensi tulangan sebesar 4 D19 dengan tulangan geser $\varnothing 12 - 200$ mm).

Kata Kunci:- Alternatif Struktur Atas, Pelat, Balok, Kolom, Beton Bertulang.

ABSTRACT

The planning of high-rise building structures in areas with high earthquake potential needs to be carried out by considering the earthquake loads. Madiun City is an area with moderate earthquake potential. Therefore, the alternative plan for the building of SMPN 11 Kota Madiun is from 2 floors to 4. The planning includes structural components of reinforced concrete buildings, and refers to the regulations of SNI 2847-2002 and SNI 1726-2012. Modeling, analysis, and structural design using the SAP2000 V14 program. From the results of the analysis and planning, roof plates of type A to I with a thickness of 100 mm, obtained (reinforcement direction X support and field = $\varnothing 10 - 150$ mm and $\varnothing 10 - 150$ mm, in the Y direction support and field = $\varnothing 10 - 200$ mm and $\varnothing 10 - 200$ mm). Floor slabs of type A to K with a thickness of 120 mm were obtained (reinforcement in the X direction of support and pitch = $\varnothing 10 - 125$ mm and $\varnothing 10 - 125$ mm, in the Y direction of support and field = $\varnothing 10 - 125$ mm and $\varnothing 10 - 125$ mm). For loading includes dead loads, live loads, wind loads, earthquake loads, and combinations of loading. The dimensions of the resulting structural elements (beam B1 = 300 x 600 mm in the support area are 10 D19 in tension reinforcement and 5 D19 mm in compression reinforcement. Meanwhile, in the field area the tensile reinforcement is 3 D16 and compression reinforcement is 2 D16 with reinforcement shear reinforcement $\varnothing 12 - 120$ mm and column K1 = 450 x 450 mm obtained reinforcement dimensions of 4 D19 with shear reinforcement $\varnothing 12 - 200$ mm, K2 = 400 x 400 mm obtained reinforcement dimensions of 4 D19 with shear reinforcement $\varnothing 12 - 200$ mm).

Keywords: Alternative Superstructures, Plates, Beams, Columns, Reinforced Concrete.



**“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on
Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”**

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu dan perkembangan zaman di Indonesia mendorong pertumbuhan dan pembangunan gedung-gedung sarana dan prasarana untuk lebih di tingkatkan khususnya di bidang pendidikan. Mengingat pentingnya kebutuhan sarana di bidang pendidikan, maka untuk meningkatkan kenyamanan proses pembelajaran pada Gedung SMPN 11 Kota Madiun, maka direncanakan kembali Gedung SMPN 11 Kota Madiun yang semulanya 2 lantai menjadi 4 lantai. Dengan adanya penambahan lantai pada gedung tersebut, maka dilakukan perencanaan ulang agar dapat memikul beban yang bekerja sesuai dengan Peraturan Perencanaan Gedung di Indonesia. Dengan memperhitungkan efisiensi, maka pada rangka atap akan direncanakan menjadi pelat beton untuk mempermudah perawatan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di awal, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa dimensi dan penulangan pelat yang dibutuhkan?
2. Berapakah pembebanan struktur yang dibutuhkan?
3. Berapa dimensi dan penulangan balok yang dibutuhkan?
4. Berapa dimensi dan penulangan kolom yang dibutuhkan?

1.3. Batasan Masalah

Perencanaan ini diberikan batasan-batasan masalah agar dapat lebih terarah. Dalam penulisan permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Perencanaan pembebanan berdasarkan pada Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987.
2. Perhitungan beban gempa mengacu pada SNI 1726 – 2012.
3. Perhitungan beton bertulang mengacu pada tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung SNI 2847 – 2002.
4. Penggambaran menggunakan alat bantu komputerisasi program AutoCad 2017.
5. Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada struktur menggunakan alat bantu program SAP – 2000 V.22.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Madrasah Tsanawiyah Sains Tebuireng Putri merupakan suatu lembaga pendidikan swasta yang berdiri di jl. Kesamben, Ds. Kesamben, Kec. Kesamben Kabupaten Jombang dengan lahan seluas 5,1 hektar. Gedung ini direncanakan 2 lantai dengan ketinggian 7,20 m dan luas 1978 m². Dalam SNI 1726-2012, bahwasanya bangunan ini berada dalam kategori risiko gempa tingka IV disebabkan pada jenis pemanfaatan sebagai fasilitas penting. Perencanaan gedung sekolah ini menggunakan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) serta untuk untuk perhitungan komponen-komponen pada bangunan dengan beban gempa menggunakan metode statik ekuivalen. Dari hasil perhitungan diperoleh untuk plat lantai dengan tebal 12 cm. Untuk kolom K1= 400 x 600 mm, K2= 300 x 500 mm, K3= 300 x 450 mm, K4= 250 x 400 mm dan balok B1= 350 x 650 mm, B2= 300 x 500 mm, B3= 250 x 400 mm. (Slamet. P, Meriana. W. N, Titin. S, 2022)



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

Dalam analisis Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Ekon ini bertujuan untuk mengetahui: Dimensi dan penulangan struktur atas Gedung Ekon struktur atas berupa pelat, tangga, balok dan kolom, bahan utama penyusun struktur adalah beton bertulang mengacu pada SNI 03-2847-2013. Perencanaan beban akibat gempa menggunakan analisis respon spektrum. Sedangkan beban non gempa disesuaikan dengan SNI 03-1727-2012: Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Peroleh kebutuhan tulangan struktur atas yaitu tulangan balok B1 (40 x 55) dengan tulangan lentur tumpuan 6D16 dan tulangan lentur lapangan 4D16; tulangan balok B2(40 x 55) dengan tulangan lentur tumpuan 5D16 dan tulangan lentur lapangan 5D16; tulangan balok B3 (40 x 55) dengan tulangan lentur tumpuan 5D16 dan tulangan lentur lapangan 4D16; tulangan balok atap BA (40 x 55) dengan tulangan lentur tumpuan 4D16 dan tulangan lentur lapangan 4D16. Tulangan transversal kolom K1 8D16; K2 6D16; dan K3 4D16. (Annisyah. P. N, 2017)

2.2 Perencanaan Pelat

Dalam perencanaan tulangan dan struktur pelat harus diperhatikan beberapa syarat, antara lain:

- 1) Menentukan tebal minimum pelat (h).

Pelat dua arah (h) harus memenuhi ketentuan dan tidak kurang dari nilai berikut:

Untuk $am > 0,2$ tapi tidak lebih dari 2,0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi:

$$h_{\min} = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots (1)$$

Dan tidak boleh kurang dari 125 mm,

Untuk $am > 2,0$ ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari:

$$h_{\max} = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} \dots\dots\dots (2)$$

Dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

- 2) Menentukan nilai koefisien momen (c) diambil berdasarkan tabel 2.1 PBI-1971.

- 3) Menghitung Rasio Penulangan

$$\rho_{\text{balance}} = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (3)$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (4)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_{\text{balance}} \dots\dots\dots (5)$$

Faktor pendukung tegangan tekan beton tekan persegi ekuivalen yang bergantung pada mutu beton (f_c'), sebagai berikut Untuk $17 < f_c' \leq 28$ MPa, maka $\beta_1 = 0,85$. Untuk $f_c' > 28$ MPa, maka $\beta_1 = 0,85 - 0,008(f_c' - 30) \geq 0,65$.

- 4) Menghitung jarak serat teratas pelat

$$dx = h - p - \frac{1}{2} \cdot \emptyset x \dots\dots\dots (6)$$

$$dy = h - p - \emptyset x - \frac{1}{2} \cdot \emptyset y \dots\dots\dots (7)$$

- 5) Menentukan luas tulangan pelat

$$R_n = \frac{M_n}{\phi \cdot b \cdot d^2} \dots\dots\dots (8)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \dots\dots\dots (9)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots (10)$$



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

$$As \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (11)$$

Harus memenuhi $\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$

Jika $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$, maka digunakan $\rho_{\text{perlu}} = \rho_{\min}$ dan $As = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$

Jika $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\max}$, maka tebal pelat harus diperbesar.

6) Memeriksa jarak antar tulangan

Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 8.7.2.2., Untuk Pelat solid nonprategang, spasi maksimum s tulangan ulir longitudinal harus yang terkecil dari 2h dan 450 mm pada penampang kritis, dan yang terkecil dari 3h dan 450 mm pada penampang lainnya.

2.3 Perencanaan Pembebanan Struktur

Adapun beban yang bekerja adalah sebagai berikut:

1) Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran. Menentukan beban mati sesuai dengan PPURG 1987.

2) Beban Hidup

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 gempa, beban banjir, atau beban mati. Menentukan beban hidup sesuai dengan PPURG 1987.

Beban hidup pada lantai gedung ini mengacu pada standar Pedoman Perencanaan dan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPURG) 1987. Pembebanan gedung sekolah sebesar 250 kg/m^2 . Adapun beban mati pada atap gedung ini mengacu pada standar Pedoman Perencanaan dan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPURG) 1987. Pembebanan gedung sekolah sebesar 250 kg/m^2 .

3) Beban Gempa

Beban gempa adalah beban statis ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menimbulkan pengaruh gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam perhitungan terhadap beban gempa, seluruh bagian struktur yang bergabung menjadi satu kesatuan harus memenuhi SNI 1726:2012, Standart Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.

4) Beban Angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja terhadap gedung atau sebagian gedung yang disebabkan oleh tekanan udara. Berdasarkan PPPURG 1987 pasal 4.2 beban angin dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C1 = 0,9 \text{ (PPURG 1987 Pasal 4.2)} \dots\dots\dots (11)$$

$$W = C1 \times W_{\text{angin}} \times \text{Jarak Portal} \dots\dots\dots (12)$$

5) Kombinasi Pembebanan

Dalam perhitungan pembebanan pada perencanaan ini digunakan pembebanan sesuai dengan SNI 1727:2013 pasal 2.3.2, sebagai berikut:

a) $U = 1,4D$

b) $U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$

c) $U = 1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$

d) $U = 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$

e) $U = 1,2D + 1,0 E + 1 + 0,2S$



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on
Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

f) $U = 0,9D + 1W$

g) $U = 0,9D + 1E$

2.4 Analisis Struktur

Dalam perencanaan ini untuk analisis struktur menggunakan bantuan software SAP2000 v22. Dalam perhitungannya dilakukan otomatis dengan program ini dengan cara memasukkan data material yang digunakan dan memasukkan beban-beban seperti beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Selanjutnya untuk *output* SAP2000 pada struktur ini di lakukan untuk mengetahui momen ultimate (MU), gaya geser (VU) dan gaya aksial (PU).

2.5 Perencanaan Struktur Balok

Menurut SNI 2847:2013, menentukan balok dengan baik dan benar adalah sebagai berikut:

- 1) Penentuan dimensi balok

$$h = \frac{1}{12} L \dots\dots\dots (13)$$

$$b = \frac{1}{2} \text{ sampai } \frac{2}{3} h \dots\dots\dots (14)$$

- 2) Menghitung tinggi efektif (d)

$$d \text{ efektif} = h - d' - \emptyset \text{ sengkang} - (0,5 D \text{ Tul. Utama}) \dots\dots\dots (15)$$

- 3) Menghitung momen nominal

$$m_n = \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots (16)$$

- 4) Menghitung rasio tulangan

$$\rho_{\text{balance}} = \left[\frac{0,85 f_c \beta_1}{f_y} \right] \left[\frac{600}{600 + f_y} \right] \dots\dots\dots (17)$$

dengan :

$$\beta_1 = 0,85 \text{ untuk } 17 < f_c' \leq 30 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,008 (f_c - 30) \geq 0,65$$

Rasio tulangan, ρ , yang ada tidak boleh melampaui :

$$\rho_{\text{max}} = \frac{0,003 + \frac{f_y}{E_s}}{0,008} \dots\dots\dots (18)$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (19)$$

$$R_n = \frac{M_u}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots (20)$$

$$m = \frac{f_y}{0,8 \cdot f_c} \dots\dots\dots (21)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots (22)$$

Syarat :

Jika $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$; maka dipakai ρ_{min}

$$A_{s\text{perlu}} = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (23)$$

- 5) Memeriksa jarak antar tulangan

Berdasarkan SNI 2847 - 2013 pasal 7.6.1, spasi bersih minimum antara batang tulangan yang sejajar dalam suatu lapis, harus sebesar tetapi tidak kurang dari 25 mm, yang berarti:

$$(b - (2 \cdot d') - (n \cdot \emptyset \text{ tul utama})) : (n - 1) > 25 \text{ mm} \dots\dots\dots (27)$$

- 6) Kontrol kekuatan balok



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} \dots\dots\dots (24)$$

$$Mn = As fy \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (25)$$

Jika $\phi \cdot Mn > Mu$, maka penampang balok dapat digunakan

7) Menghitung tulangan geser balok

- a. menurut pasal 11.1.1 SNI 03-2847-2013, menghitung gaya geser nominal (V_n) dengan menggunakan persamaan :

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \dots\dots\dots (26)$$

Dimana, $\phi = 0,75$ (faktor reduksi geser)

- b. Menurut pasal 11.2.1.1 SNI 03-2847-2013, menghitung gaya geser yang ditahan oleh beton (V_c) dengan menggunakan persamaan :

$$V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{fc'} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (27)$$

- c. Menentukan daerah penulangan :

- Untuk daerah penulangan :

$$V_u < \phi \cdot \frac{V_c}{2} \dots\dots\dots (28)$$

Maka tidak perlu begel

- Untuk daerah penulangan :

$$V_u > \phi \cdot \frac{V_c}{2} \dots\dots\dots (29)$$

Maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum

- d. Gaya geser yang ditahan oleh begel (V_s) dihitung dengan

persamaan :

$$V_s = V_n - V_c \dots\dots\dots (30)$$

Menurut pasal 11.4.7.9 SNI 03-2847-2013, kuat geser V_s harus :

$$V_s \leq 0,66 \cdot \sqrt{fc'} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (31)$$

- e. Menghitung jarak tulangan dan kebutuhan begel :

$$Av = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \dots\dots\dots (32)$$

$$S_{\text{perlu}} = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots (33)$$

- f. Kontrol kebutuhan begel :

Pasal 21.3.4.3 SNI 03-2847-2013, sengkang harus dispasikan tidak lebih dari $d/2$ sepanjang balok.



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

2.6 Perencanaan Struktur Kolom

Perencanaan kolom berdasarkan SNI 2847: 2013 sebagai berikut:

- 1) Cek kelangsingan suatu struktur kolom berdasarkan SNI 2847:2013 adalah sebagai berikut:

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.10.1 b, pengaruh kelangsingan pada komponen struktur tekan dapat diabaikan pada rangka tak bergoyang apabila

$$\frac{k \cdot \ell_u}{r} \leq 34 - 12 \left[\frac{M_1}{M_2} \right] \leq 40 \dots\dots\dots (34)$$

dimana M_1 / M_2 adalah positif jika kolom dibengkokkan dalam kurvatur tunggal, dan negatif jika komponen struktur dibengkokkan dalam kurvatur ganda.

- 1) Perhitungan eksentrisitas kolom

$$e = \frac{M_{ult}}{P_{ult}} \dots\dots\dots (35)$$

$$e_{min} = 15 + 0,003 \cdot h \dots\dots\dots (36)$$

$e > e_{min}$, maka digunakan e .

- 2) Memeriksa P_u terhadap beban seimbang P_{ub} :

$$cb = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d \dots\dots\dots (37)$$

$$ab = \beta_1 \cdot cb \dots\dots\dots (38)$$

Pembatasan luas tulangan longitudinal untuk komponen struktur tekan non komposit tidak boleh kurang dari 0,01 atau lebih besar dari 0,08 kali luas bruto penampang kolom A_g .

$$As = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (39)$$

- 3) Kontrol kekuatan penampang

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \dots\dots\dots (40)$$

$$\frac{h - 2e}{2d} \dots\dots\dots (41)$$

$$.1 - \frac{d'}{d} \dots\dots\dots (42)$$

- a) Kolom dengan kehancuran tarik

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{h - 2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d} \right)^2 + 2 \cdot m \cdot \rho \left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right) \dots\dots\dots (43)$$

$$\phi P_n = 0,65 \cdot P \dots\dots\dots (44)$$

$\phi P_n > P_u$, maka ukuran kolom dapat digunakan.

- b) Kolom dengan kehancuran tekan

$$P_n = \frac{As \cdot f_y}{\left(\frac{e}{(d - d')} + 0,5 \right)} + \frac{b \cdot h \cdot f_c}{\left(\frac{e}{(d - d')} + 1,18 \right)} \dots\dots\dots (45)$$

nilai beban faktor kolom

$$\phi P_{nb} = \phi \cdot (0,85 \cdot f_c' \cdot a_b \cdot b) + (As' \cdot f_s' - As \cdot f_y)$$

$\phi \cdot P_{nb} > P_u$, maka kolom hancur dengan diawali luluhnya tulangan tarik

$\phi \cdot P_{nb} < P_u$, maka kolom hancur dengan diawali beton di daerah tekan

- 4) Hitungan gaya geser yang mampu dipikul oleh beton (V_c)

$$V_c = 0,17 \cdot (1 + P_u / (14 \cdot A_g)) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (46)$$

- 5) Perhitungan kuat geser besi tulangan

$$V_s = V_n - V_c \dots\dots\dots (47)$$

- 6) Hitung jarak tulangan dan kebutuhan sengkang

$$A_v = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \dots\dots\dots (48)$$

$$S_{pertu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots (49)$$



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

$$S_{maks} = \frac{d}{2} \dots\dots\dots (54)$$



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Pelat

1) Menghitung Beban Pelat

Beban pada pelat yang di rencanakan mulai dari beban mati beban hidup, dan beban terfaktor adalah:

- Untuk beban mati pada pelat atap didapat nilai sebesar 308 kg/m² dan untuk pelat lantai sebesar 356 kg/m²
- Untuk beban hidup pada pelat atap didapat nilai sebesar 100 kg/m² dan 100 kg/m² untuk pelat lantai.
- Untuk beban terfaktor pada pelat atap didapat nilai sebesar 529,6 kg/m² dan untuk pelat lantai sebesar 827,2 kg/m².

2) Menghitung Tulangan Pelat

Dengan menggunakan rumus yang sudah tertera diatas maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan momen pelat atap

Tipe Pelat	Lx (m)	Ly (m)	qult	Ctx	Clx	Cty	Cly	Arah X		Arah Y	
								Mtx (kgm)	MLx (kgm)	Mty (kgm)	Mly (kgm)
A	3.00	5.00	529.6	81	38	57	14	-386.08	181.12	-271.685	66.73
B	2.50	5.00	529.6	83	41	57	12	-274.73	135.71	-188.67	39.72
Tipe Pelat	Lx (m)	Ly (m)	qult	Ctx	Clx	Cty	Cly	Arah X		Arah Y	
								Mtx	MLx	Mty	Mly



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

								(kgm)	(kgm)	(kgm)	(kgm)
C	3.00	4.00	529.6	69	31	57	19	-328.88	147.76	-271.685	90.56
D	2.50	4.00	529.6	79	37	57	16	-261.49	122.47	-188.67	52.96
E	2.00	5.00	529.6	83	42	57	10	-175.83	88.97	-120.749	21.18
F	2.00	4.00	529.6	83	41	57	12	-175.83	86.85	-120.749	25.42
G	2.50	3.30	529.6	69	31	57	19	-228.39	102.61	-188.67	62.89
H	1.50	1.80	529.6	64	28	56	28	-76.262	33.36	-66.7296	33.36
I	1.50	0.70	529.6	52	21	52	21	-61.963	25.02	-61.9632	25.02

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan penulangan pelat atap

Tipe Pelat	Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)
A	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200
B	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200
C	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200
D	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200
E	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200
F	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200
G	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200
H	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200
I	φ10 - 150	φ10 - 200	φ10 - 150	φ10 - 200

Tabel 3. Rekapitulasi perhitungan momen pelat atap

Tipe Pelat	Lx (m)	Ly (m)	qult	Ctx	Clx	Cty	Cly	Arah X		Arah Y	
								Mtx (kgm)	MLx (kgm)	Mty (kgm)	Mly (kgm)
A	3.00	5.00	827.2	81	38	57	14	-603.0	282.90	-424.35	104.23
B	2.50	5.00	827.2	83	41	57	12	-429.1	211.97	-294.69	62.04
C	3.00	4.00	827.2	69	31	57	19	-513.7	230.79	-424.35	141.45
D	2.50	4.00	827.2	79	37	57	16	-408.4	191.29	-294.69	82.72
E	2.00	5.00	827.2	83	42	57	10	-274.6	138.97	-188.60	33.09



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

Tipe Pelat	Lx (m)	Ly (m)	qult	Ctx	Clx	Cty	Cly	Arah X		Arah Y	
								Mtx (kgm)	Mlx (kgm)	Mty (kgm)	Mly (kgm)
F	2.00	4.00	827.2	83	41	57	12	-274.6	135.66	-188.60	39.71
G	2.50	3.30	827.2	69	31	57	19	-356.7	160.27	-294.69	98.23
H	1.625	2.50	827.2	76	36	57	17	-166.0	78.64	-124.51	37.13
I	1.625	2.00	827.2	64	28	56	20	-139.8	61.16	-122.32	43.69
J	1.625	1.00	827.2	52	21	52	21	-113.6	45.87	-113.58	45.87
K	1.50	1.80	827.2	64	28	56	28	-119.1	52.11	-104.23	52.11

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan penulangan pelat lantai

Tipe Pelat	Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)
A	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150
B	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150
C	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150
D	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150
E	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150
F	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150
G	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150
J	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150
K	φ10 – 120	φ10 - 150	φ10 – 120	φ10 - 150

3.2 Perhitungan Pembebanan Struktur

Dalam perhitungan pembebanan ini menggunakan metode pendistribusian beban yang berfungsi untuk memperhitungkan beban merata yang bekerja pada pelat ke balok.

1) Beban Mati

Perhitungan beban mati dengan menghitung beberapa faktor dapat dilihat pada uraian dibawah ini:

- Beban mati pada plat atap = 308 kg/m²
- Beban mati pada pelat lantai = 356 kg/m²

2) Beban Hidup

Perhitungan beban hidup dengan menghitung beberapa faktor dapat dilihat pada uraian dibawah ini:

- Beban Hidup Pelat Atap QL = 100 kg/m²



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

- Beban Hidup Pelat Lantai QL = 250 kg/m²

3.3 Perhitungan Struktur Balok

Berdasarkan rumus yang sudah tercantum di atas dan analisis data menggunakan aplikasi SAP 2000 v.22. untuk perhitungan dimensi, jarak tulangan dan jumlah tulangan balok dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5. Output SAP2000 v14 untuk perhitungan balok

Balok	Mu Tumpuan	Mu Lapangan	Vu Tumpuan	Vu Lapangan
B1	32219.15	24304.36	22944.45	22279.54
B2	13569.58	10700.19	11336.54	9748.12
B3	3421.84	2316.54	3194.29	3108.45

Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan penulangan tumpuan dan lapangan balok

Balok cm	Daerah	As perlu mm ²		As Pasang mm ²		Tulangan	
		Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan
B1 (30x60)	Tumpuan	2759,7	1379,8	2836,43	1418,21	10D19	5D19
	Lapangan	1983,1	991,5	1985,5	1134,57	7D19	4D19
B2 (30x50)	Tumpuan	1323,6	661,8	1408	804,57	7D16	4D16
	Lapangan	1020,6	510,3	1206,86	603,42	6D16	3D16
B3 (20x30)	Tumpuan	631,38	315,69	804,57	402,28	4D16	2D16
	Lapangan	408,14	204,07	603,42	402,28	3D19	2D16

Tabel 7. Rekapitulasi perhitungan penulangan geser balok

Balok cm	Vu N	Vc N	½ . Vc N	Av mm ²	S perlu mm	S maks mm	Tulangan Geser
B1 (30x60)	229444,5	106976	40115	226,29	110,02	269,25	φ12-200
B2 (30x50)	113365,4	87408	32778	226	375	220	φ 12-200
B3 (20x30)	31942,9	31785	11919	226	1206,21	120	φ12-120



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

Tabel 8. Detail Penulangan Balok

JENIS BALOK	B1		B2		B3	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DESKRIPSI						
TULANGAN TARIK	10 D19	7 D19	9 D16	7 D16	4 D16	3 D16
TULANGAN TEKAN	5 D19	4 D19	4 D16	4 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN GESER	Ø12 - 200	Ø12 - 225	Ø12 - 200	Ø12 - 225	Ø12 - 120	Ø12 - 150

3.4 Perhitungan Struktur Kolom

Dengan menggunakan rumus seperti yang sudah dicantumkan, untuk hasil dari perhitungan struktur kolom dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 9. Output SAP2000 v14 untuk perhitungan kolom

Kolom	Mu Tumpuan	Mu Lapangan	Vu	Pu
K1	2527.43	3327	1193.88	126621.5
K2	2261.3	2581.39	1210.67	29612.15

Tabel 10. Rekapitulasi perhitungan penulangan tumpuan dan lapangan kolom

Jenis Kolom	Tulangan	Pn N	φ. Pnb N	Kontrol φ. Pnb > Pu
K1 (45 x 45)	8D19	2317643,77	1506468,45	OK
K2 (40 x 40)	8D19	1497580,34	973427,2	OK

Tabel 11 Detail Penulangan Kolom

JENIS KOLOM	K1		K2	
	1/4 L DARI BENDI PLASTIS	1/2 L PADA TENGAH PANJANG	1/4 L DARI BENDI PLASTIS	1/2 L PADA TENGAH PANJANG
DESKRIPSI				
TULANGAN UTAMA	8 D19	8 D19	8 D19	8 D19
TULANGAN GESER	Ø12 - 120	Ø12 - 120	Ø12 - 200	Ø12 - 200

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari hasil perhitungan dengan mutu beton 21 MPa dan mutu baja polos 240 MPa diperoleh, sebagai berikut :
 - a. Pelat atap tipe A sampai I dengan tebal 100 mm, diperoleh dimensi tulangan arah X tumpuan sebesar Ø10 - 150 mm dan arah X lapangan sebesar Ø10 - 150 mm, serta penulangan pada arah Y tumpuan sebesar Ø10 - 200 mm dan arah Y lapangan sebesar Ø10 - 200 mm.



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

- b. Pelat lantai tipe A sampai K dengan tebal 120 mm, diperoleh dimensi tulangan arah X tumpuan sebesar $\varnothing 10 - 125$ mm dan arah X lapangan sebesar $\varnothing 10 - 125$ mm, serta penulangan pada arah Y tumpuan sebesar $\varnothing 10 - 125$ mm dan arah Y lapangan sebesar $\varnothing 10 - 125$ mm.
- 2) Dari perhitungan perencanaan pembebanan struktur atas bangunan gedung diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a. Beban Mati
Perhitungan beban mati dengan menghitung beberapa faktor dapat dilihat pada uraian dibawah ini:
 - Beban mati pada plat atap = 308 kg/m^2
 - Beban mati pada pelat lantai = 356 kg/m^2
 - b. Beban Hidup
Perhitungan beban hidup dengan menghitung beberapa faktor dapat dilihat pada uraian dibawah ini :
 - Beban Hidup Pelat Atap QL = 100 kg/m^2
 - Beban Hidup Pelat Lantai QL = 250 kg/m^2
- 3) Dari perhitungan balok dengan mutu beton 21 MPa, mutu baja ulir 320 MPa, dan mutu baja polos 240 MPa diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a. Balok (B1) dengan dimensi 300 x 600 mm, pada daerah tumpuan diperoleh dimensi tulangan tarik sebesar 10 D19 dan tulangan tekan sebesar 5 D19 mm. Sedangkan pada daerah lapangan tulangan tarik sebesar 7 D19 dan tulangan tekan sebesar 4 D19, dengan tulangan geser $\varnothing 12 - 200$ mm.
 - b. Balok (B2) dengan dimensi 300 x 500 mm, pada daerah tumpuan diperoleh dimensi tulangan tarik sebesar 9 D16 dan tulangan tekan sebesar 4 D16. Sedangkan pada daerah lapangan tulangan tarik sebesar 6 D19 dan tulangan tekan sebesar 3 D16, tulangan geser $\varnothing 12 - 200$ mm.
 - c. Balok (B3) dengan dimensi 200 x 300 mm, pada daerah tumpuan diperoleh dimensi tulangan tarik sebesar 4 D16 dan tulangan tekan sebesar 2 D19. Sedangkan pada daerah lapangan tulangan tarik sebesar 3D19 dan tulangan tekan sebesar 2 D16 dengan tulangan geser $\varnothing 12 - 120$ mm.
- 4) Dari perhitungan kolom dengan mutu beton 21 MPa, mutu baja ulir 320 MPa, dan mutu baja polos 240 MPa diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a. Kolom (K1) dengan dimensi 450 x 450 mm, diperoleh dimensi tulangan sebesar 4 D19 dengan tulangan geser $\varnothing 12 - 200$ mm
 - b. Kolom (K2) dengan dimensi 400 x 400 mm, diperoleh dimensi tulangan sebesar 4 D19 dengan tulangan geser $\varnothing 12 - 200$ mm.

5. SARAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada perencanaan ini, ada beberapa saran yang diharapkan mampu melengkapi skripsi perencanaan ini agar lebih baik kedepannya, antara lain :

1. Dalam melakukan perhitungan struktur harus memiliki referensi atau data selengkap-lengkapny, serta harus mengetahui Standart Nasional Indonesia yang sudah ditetapkan agar memudahkan dalam perhitungan struktur.
2. Penginputan beban dan analisa struktur harus benar, agar didapatkan suatu konstruksi yang aman dan memenuhi syarat seperti yang telah ditentukan dalam Standart Nasional Indonesia.



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

3. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, maka dibutuhkan pemahaman yang menyeluruh tentang tahap-tahap proses perencanaan dan teori-teori yang didapat di bangku kuliah harus dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya. P, Januar. O. B, Hardi. W, (2018) *Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi UNNES Semarang*. Program Sarjana. Universitas Diponegoro.
- Anonim. (1983) *Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1983*. PPURG 1983, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Anonim. (2012) *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI-1726-2012, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Anonim. (2002) *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. 03-SNI-2847, Badan Standarisasi Nasional, Bandung
- Anonim. (2020) *Desain Spektra Indonesia 2020*, 15 Agustus 2020
- Anonim. (1979) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. PBBI 1971. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- Annisyah. P. N, (2017) *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Gedung Ekon 3 Lantai Di Kota Waisai*. Program Sarjana. Universitas Muhammadiyah Sorong.
- Aisyah. H. P, Masril, (2021) *Perencanaan Struktur Gedung Pasar Raya Padang*. Program Sarjana. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Claudia. M. P, Pangouw. J. D, Pandaleke. R, (2016) *Perencanaan Struktur Gedung Hotel Jalan Martadinata Manado*. Program Sarjana. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Slamet. P, Meriana. W. N, Titin. S, (2022) *Perencanaan Struktur Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Sains Putri Salahudin Wahid Tebuireng*. Program sarjana. Universitas Hasyim Asy'ari