

PERANCANGAN GEDUNG MAJELIS GURU MENGUNAKAN KONSTRUKSI BETON BERTULANG (Studi Kasus di SMKN 2 Kecamatan Guguak Kabupaten Lima Puluh Kota)

Fatma Ira Wahyuni¹, Elvi Syamsuir², Yoga Apriananda³, Ramacos Fardela^{4*}

^{1,2,3} Prodi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh

^{4*}Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

E-mail Korensponding: ramacosfardela@sci.unand.ac.id

ABSTRACT

The increase in population every year has an impact on the need for adequate facilities and infrastructure for every class of society. SMKN 2 Kec. Guguak as an educational facility that was just established in 2011 also felt the increase in the population, both from the increase in teachers and also the students. The construction of multi-storey buildings can be used as a way to meet the increasing needs for facilities and infrastructure at SMKN 2 Kec. Guguak. Planning for the Teachers' Assembly Building at SMKN 2 Kec. Guguak was designed using poured concrete construction with a concrete quality of 25 MPa and deformed reinforcing steel using a concrete quality of 420 MPa. The planning of this building consists of 3 floors with a height of 4 m each floor with an area of (15x33) m. After calculating and checking the dimensions of the slab that has been planned, it is obtained that the roof slab thickness (h) is 10 cm, typical floor slab thickness (h) is 12 cm using Ø10 reinforcement, main beam dimensions (30/60) cm using D16 threaded main reinforcement and stirrups using Ø10 reinforcement, beam dimensions (20/40) cm, and column dimensions (40/40) cm using D16 screw main reinforcement and stirrups using Ø10 reinforcement. Based on the sondir test conducted, it was found that the foundation used was bored pile with a depth of 12.4 m. Structural analysis using the SAP2000 v14 application and design drawings for planning this building using the Autocad 2007 application. This research is very helpful for SMKN 2 Kec. Guguak to design high-rise buildings in accordance with anti-seismic SNI and reinforced concrete SNI (SNI 1727, 2020) (SNI 1726, 2019) (SNI 2847, 2019).

Keywords: Building planning, Reinforced concrete structure, Foundation, SAP2000, Autocad 2007

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk pada tiap tahun berdampak kepada kebutuhan sarana dan prasarana yang mencukupi bagi setiap kalangan masyarakat. SMKN 2 Kec. Guguak sebagai salah satu sarana pendidikan yang baru berdiri pada tahun 2011 juga merasakan peningkatan jumlah penduduk tersebut baik dari guru yang bertambah dan juga siswa-siswinya. Pembangunan gedung bertingkat dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana yang terus meningkat di SMKN 2 Kec. Guguak. Perencanaan Gedung Majelis Guru SMKN 2 Kec. Guguak dirancang menggunakan konstruksi beton bertulang dengan mutu beton 25 MPa dan baja tulangan ulir menggunakan mutu beton 420 MPa. Perencanaan gedung ini terdiri dari 3 lantai dengan tinggi tiap lantai 4 m dengan luas (15x33) m. Setelah dilakukan perhitungan dan pengecekan terhadap dimensi pelat yang sudah direncanakan maka didapatkan tebal pelat lantai atap (h) 10 cm, tebal pelat lantai tipikal (h) 12 cm menggunakan tulangan Ø10, dimensi balok induk (30/60) cm menggunakan tulangan utama D16 ulir dan sengkang menggunakan tulangan Ø10, dimensi balok anak (20/40) cm, dan dimensi kolom (40/40) cm menggunakan tulangan utama D16 ulir dan sengkang menggunakan tulangan Ø10. Berdasarkan uji sondir yang dilakukan maka didapatkan pondasi yang digunakan yaitu *bored pile* kedalaman 12,4 m. Analisa struktur menggunakan aplikasi SAP2000 v14 dan desain gambar untuk perencanaan gedung ini menggunakan aplikasi Autocad 2007. Penelitian yang dilakukan ini sangat membantu SMKN 2 Kec. Guguak untuk merancang gedung bertingkat yang sesuai dengan SNI anti gempa dan SNI beton bertulang (SNI 1727, 2020) (SNI 1726, 2019) (SNI 2847, 2019).

Kata kunci: Perencanaan gedung, Struktur beton bertulang, Pondasi, SAP2000, Autocad 2007

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk pada tiap tahun berdampak kepada kebutuhan sarana dan prasarana yang mencukupi bagi setiap kalangan masyarakat (Hermawati & Sos, 2015). Salah satunya adalah sarana infrastruktur yang dapat digunakan oleh masyarakat mulai dari segi pendidikan, kesehatan,

dan pelayanan umum lainnya (Lambelanova, 2017). Kurangnya sarana infrastruktur ini dapat mengakibatkan terhambatnya suatu proses kegiatan pada masyarakat (Nurulsyam & Mutholib, 2021).

Infrastruktur yang sering digunakan masyarakat sehari-hari salah satunya adalah gedung sekolah (Hendricks & Van Zandt, 2021) (Taiwo, 2020).

Sekolah digunakan 12 jam x 6 hari setiap minggunya, yang berarti sekolah memiliki kepadatan aktifitas yang dilakukan oleh masyarakat sekitarnya seperti proses pembelajaran oleh siswa-siswi dan guru, serta masyarakat yang berjualan di area sekolah. Maka dari itu sekolah membutuhkan fasilitas infrastruktur yang cukup besar dan luas, namun terkadang area pembangunan sekolah di lingkungan masyarakat tidak terlalu luas. Sehingga salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut yaitu dengan membangun gedung sekolah bertingkat. Gedung bertingkat termasuk sebagai salah satu sarana infrastruktur yang digunakan oleh pihak pemerintah atau swasta untuk mendukung pelayanan yang diberikan oleh mereka. Pembangunan gedung bertingkat ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana yang terus meningkat, kemudian sempitnya lahan pada 2 pembangunan gedung juga salah satu solusi agar dapat dimaksimalkan menggunakan konsep bentang tinggi (Robbani & Nurhidayatullah, 2021) (Liando, dkk, 2020) (Lamia, dkk, 2020) (Nugroho, 2017).

SMKN 2 Kec. Guguak sebagai salah satu sarana pendidikan yang baru berdiri pada tahun 2011 juga merasakan peningkatan jumlah penduduk tersebut baik dari guru yang bertambah dan juga siswa-siswinya. Peningkatan jumlah siswa-siswi setiap tahun tentu berdampak pada kebutuhan guru yang juga meningkat. Sarana bagi tenaga kerja di sekolah baik itu majelis guru dan tata usaha yang awalnya cukup menjadi tidak tercukupi, salah satunya ruangan majelis guru. Jumlah siswa di SMKN 2 Kec. Guguak ini pada tahun pertama berdiri sekolah sampai tahun ketiga masih sebanyak ± 150 siswa dengan 3 jurusan (Rekayasa Perangkat Lunak 1 kelas, Teknik Komputer dan Jaringan 2 kelas, dan Multimedia 2 kelas) dengan jumlah 5 kelas, kemudian pada tahun keempat sudah dibuka jurusan baru yaitu Otomatisasi Tata Kelola Perkantoran 2 kelas dan Akuntansi 1 kelas dengan penambahan siswa menjadi ± 230 siswa dengan jumlah kelas 8 kelas. Peningkatan jumlah siswa baru kembali terjadi setelah tahun ketujuh sampai sekarang 1 kelas jurusan Otomatisasi Tata Kelola Perkantoran dan 1 kelas Multimedia sehingga total menjadi 10 kelas dengan jumlah siswa ± 280 siswa per angkatan. Maka dari itu dengan bertambahnya siswa juga berakibat terhadap kebutuhan guru, yang mana sekarang untuk jumlah majelis guru sebanyak 50 orang guru dan 14 orang pegawai TU.

Melalui survei awal dengan metode diskusi, masalah yang ada di SMKN 2 Kec. Guguak sekarang ini yaitu kekurangan tempat bagi guru-guru untuk bekerja setelah mengajar, kemudian juga terpisah-pisahannya antara ruangan kepala sekolah, tata usaha, program studi, kejuruan 3 serta majelis guru. Jika dibangun sebuah gedung bertingkat yang dapat

menyatukan ruangan yang terpisah-pisah tadi harapannya supaya terfokuskan pada satu tempat dan meningkat hasil kerja dari tenaga kerja yang ada di sekolah. Jadi, sekolah memerlukan sarana infrastruktur yang memadai bagi majelis guru dan tata usaha agar dapat menjalankan tugasnya dengan baik. Pada tahun 2022 awal tim STT Payakumbuh telah melakukan penelitian terkait Soil Investigation untuk melihat jenis pondasi yang cocok pada daerah tersebut (Syamsuir, dkk, 2022).

Selain itu, perencanaan pembangunan gedung di SMKN 2 Kec. Guguak ini harus sesuai peraturan yang berlaku yaitu direncanakan dengan berdasarkan standar agar nyaman, aman dan efisien (Wantalantie, dkk, 2016). Bangunan yang sudah sesuai dengan aturan ini tentunya harus didesain dan direncanakan sesuai dengan standar yang berlaku terkait dengan bangunan, termasuk juga bangunan ruang majelis guru di SMKN 2 Kec. Guguak. Standar tersebut merupakan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang terus direvisi sesuai dengan perkembangan baik dalam ketentuan perencanaan maupun dari segi material yang digunakan pada bangunan (Pribadi, dkk, 2021) (Nofrizal, dkk, 2016) (Asroni, 2017). Merujuk dari latar belakang maka dilakukan penelitian tentang Perencanaan Gedung Majelis Guru SMKN 2 Kec. Guguak Kab. Lima Puluh Kota dengan mengacu kepada SNI terbaru pada tahun 2019 untuk desain anti gempa dan SNI beton bertulang (SNI 1727, 2020) (SNI 1726, 2019) (SNI 2847, 2019).

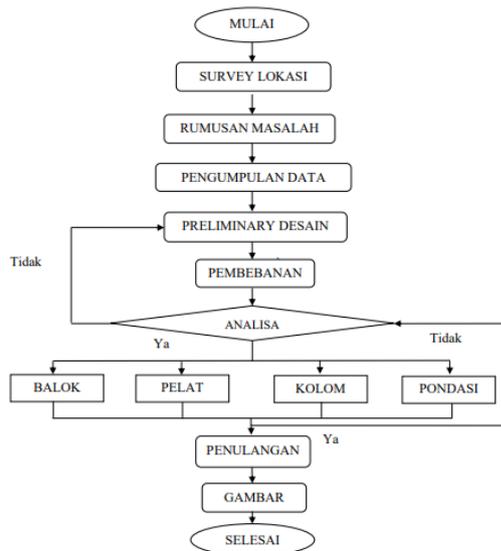
2. METODE

Lokasi perencanaan gedung majelis guru SMKN 2 Kec. Guguak ini terletak di Jalan Tuanku Nan Biru Jorong Ampang Gadang Nagari 7 Koto Talago Kecamatan Guguak Kabupaten Lima Puluh Kota, lokasi menggunakan Google Map ditampilkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Diagram alur penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Gambar 2 merupakan tahapan penelitian dimana tahap 1 dimulai dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan seperti : lokasi perencanaan, luas bangunan dan data sondir, tahap 2 mengumpulkan data yang mendukung, tahap 3 proses analisis mulai dari *preliminary desain*, pembebanan, analisa struktur dan desain ulang, tahap 4 permodelan struktur menggunakan program SAP 2000 dan yang terakhir tahap 5 mengambil kesimpulan dari analisis dan pembenanan.

3. PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari lapangan dan perencanaan kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan. Dari beban yang diperoleh kajian Panjang bentang 500 cm disesuaikan dengan kondisi di lapangan, jika bentang dirancang lebih dari 500 cm maka dimensinya akan lebih besar, sedangkan yang lebih pendek dari 500 cm akan menimbulkan banyak kolom. Berikut ini diuraikan perhitungan untuk mendapatkan dimensi perencanaan balok, dimensi pelat, dimensi kolom kemudian dilakukan analisis pembebanan struktur. Proses selanjutnya kita bisa melakukan proses perhitungan penguatan dan yang terakhir adalah simulasi data sondir.

Perencanaan Dimensi Balok

a. Balok Induk

Arah melintang y ; bentang (L) = 500 cm

$$h = \frac{L}{16} = \frac{500}{16} = 31,25 \text{ cm}$$

maka digunakan h = 60 cm

$$b_w = \frac{1}{2} h$$

$$b_w = \frac{1}{2} 6 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Maka digunakan $b_w = 30 \text{ cm}$

Sehingga dimensi balok induk arah melintang y adalah 20 cm x 40 cm.

Arah melintang x ; bentang (L) = 600 cm

$$h = \frac{L}{16} = \frac{600}{16} = 37,5 \text{ cm}$$

maka digunakan h = 60 cm

$$b_w = \frac{1}{2} h = \frac{1}{2} 60 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Maka digunakan $b_w = 30 \text{ cm}$

Sehingga dimensi balok induk arah melintang y adalah 30 cm x 60 cm.

b. Balok Anak

$$h = \frac{2}{3} 60 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$$

$$b_w = \frac{2}{3} 30 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

Maka, balok anak yang digunakan adalah 20 cm x 40 cm

Perencanaan Dimensi Pelat

Nilai α_m ditentukan dengan cara sebagai berikut:

$$a_m = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$$

$$a_m = \left(\frac{54,0189 \text{ cm}^4 + 33,6344 \text{ cm}^4 + 52,5099 \text{ cm}^4 + 32,6948 \text{ cm}^4}{4} \right)$$

$$a_m = 43,2145 \text{ cm}^4$$

Untuk nilai $\alpha_m > 2$, dan tidak boleh kurang dari 90 cm

$$hf = \frac{Ln \left(0,8 + \frac{fy}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$= \frac{480 \left(0,8 + \frac{280}{1400} \right)}{36 + 9(1,7091)} = 9,3418 \text{ cm}$$

$\alpha_m > 2$ maka tebal harus besar dari 9,3418 cm dan 9 cm.

9,3418 cm < 12 cm > 9 cm OK.

Jadi ketebalan pelat yang digunakan adalah 12 cm.

Perencanaan Dimensi Kolom

Gaya berat (V) : 159396,84 kg
 Luas rencana kolom (A) : 400 mm x 400 mm
 : 160000 mm²

Mutu beton (fc') : 25 MPa

Gaya Berat / Luas

$$= V/A < fc'$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{159396,84}{160000} < 25 \times 0,65 \\
 &= 0,9962 \text{ kg/mm}^2 < 16,25 \text{ Mpa} \\
 &= 9,962 \text{ N/mm}^2 < 16,25 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Jadi, dimensi direncanakan adalah 400 mm x 400 mm

Analisa Pembebanan Struktur

Analisa Pembebanan Horizontal

Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain S_a harus diambil dari:

$$S_a = S_{Ds} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

Dimana,

$$\begin{aligned}
 T_0 &= 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} \\
 &= 0,2 \frac{0,7872}{0,7496} \\
 &= 0,1200 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Sehingga, saat $T_0 = 0$

$$\begin{aligned}
 S_a &= (0,7496 (0,4 + 0,6 \cdot 0/0,1200)) \\
 &= 0,2998 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Periode spektrum respons percepatan desain, S_a sama dengan S_{Ds}

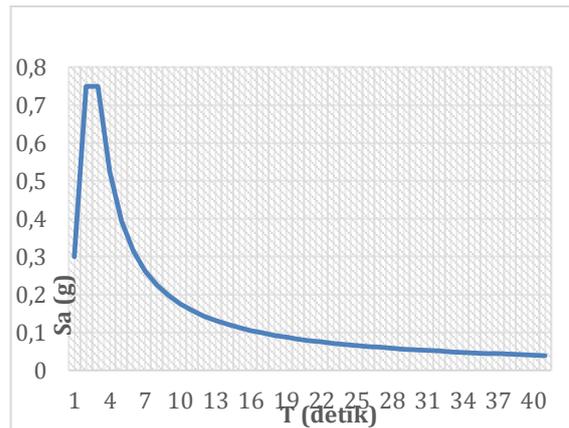
$$\begin{aligned}
 S_a &= S_{Ds} \\
 S_a &= 0,7496 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Periode lebih besar dari T_s tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L :

Dimana,

$$\begin{aligned}
 T_s &= \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} = \frac{0,7872}{0,7496} = 1,0502 \text{ detik} \\
 T_L &= 20 \text{ detik} \\
 S_a &= \frac{S_{D1}}{T}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang dilakukan maka diplot grafik antara S_a (G) terhadap perioda (T) dalam satuan detik, grafik ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Respon Spektrum

Perhitungan Penulangan

a. Penulangan Pelat

$$\begin{aligned}
 A_{s\text{perlu}} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0056 \times 1000 \times 90 \\
 &= 504 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tulangan (Ast)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \\
 &= 78,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga jarak tulangan

$$\begin{aligned}
 S &= A_{st} / A_s \times 1000 \\
 &= 78,5 / 504 \times 1000 \\
 &= 155,75 \text{ mm} = 150 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka, dipakai tulangan $\emptyset 10 - 150\text{mm}$

Sehingga luas tulangan terpasang = $78,5 / 150 \times 1000 = 523,33 \text{ mm}^2$

Lengan Momen Dalam

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = \frac{523,33 \times 280}{0,85 \times 25 \times 1000} = 6,8956$$

Maka momen nominal adalah

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_s \times f_y \times (d - a/2) \\
 &= 523,33 \times 280 \times (90 - (6,8956/2)) \\
 &= 12682701,59 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Momen desain pelat :

$$\begin{aligned}
 M_d &= \phi \cdot M_n \\
 &= 0,8 \times 12682701,59 = \text{Nmm}
 \end{aligned}$$

Syarat : $M_d > M_u$

$$M_d > M_u$$

$$10146161,272 \text{ Nmm} > 9755417 \text{ Nmm OK}$$

b. Penulangan Balok

1) Penulangan Balok Induk

Penulangan Balok Daerah Tumpuan

Momen tumpuan = 16804,81

kgm = 168048100 Nmm

Tumpuan Rasio tulangan (ρ)

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x m x Rn}{f_y}} \right]$$

$$\rho = \frac{1}{19,7647} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 19,7647 x 1,8767}{420}} \right]$$

$$\rho = 0,0047$$

$$\rho b = \frac{0,85 f_c}{f_y} x \beta x \frac{600}{(600 + f_y)}$$

$$= \frac{0,85 x 250}{420} x 0,85 x \left(\frac{600}{600 + 420} \right)$$

$$= 0,0253$$

Rasio tulangan maksimum (ρ_{max})

$$\rho_{max} = 0,75 x \rho b$$

$$= 0,75 x 0,0253 = 0,0190$$

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

$$= \frac{1,4}{420} = 0,0033 \text{ mm}$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,0033 < 0,0047 < 0,019$$

Maka ρ yang digunakan

$$\text{Asperlu} = \rho x b x d$$

$$= 0,0047 x 300 x 542$$

$$= 762 \text{ mm}^2$$

Perhitungan penulangan Tarik

$$\text{As D..} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} x 3,14 x 162 = 200,96 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan (n) =

$$\frac{\text{As Perlu}}{\text{As D}} = \frac{762 \text{ mm}^2}{200,96 \text{ mm}^2} = 3,7909 = 4 \text{ buah}$$

Sehingga luas tulangan terpasang = 5D16, $\text{As} = 4$
 $x 200,96 \text{ mm}^2 = 803,84 \text{ mm}^2$

Kontrol Kapasitas Penampang

Diketahui :

$$L = 6000 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$d = 542 \text{ mm}$$

$$d' = 58 \text{ mm}$$

Kontrol $\epsilon'c$ harus $\leq \epsilon'cu$ (0,003)

$$a = \frac{\text{As} x f_y}{0,85 x f_c x b}$$

$$= \frac{803,84 x 420}{0,85 x 25 x 300}$$

$$= 52,9589 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$

$$= \frac{420}{200000} = 0,0021$$

$$\epsilon' = \frac{a}{\beta_1 \cdot d - a x \epsilon_y}$$

$$= \frac{52,9589}{0,85 \cdot 542 - 52,9589 x 0,0021}$$

$$= 0,0003$$

Syarat $\epsilon'c$ harus $\leq \epsilon'cu$ (0,003)

$$0,0003 \leq 0,003 \quad \dots \text{ AMAN}$$

Momen nominal actual (Mn)

$$M_n = \text{As} \cdot f_y (d - a/2)$$

$$= 803,84 x 420 (542 - 52,9589/2)$$

$$= 174046341,3 \text{ Nmm}$$

Syarat $\phi M_n > M_u$

$$0,8 \cdot 174046341,3 \text{ Nmm} > 132311800 \text{ Nmm}$$

$$139237073 \text{ Nmm} > 132311800 \text{ Nmm}$$

c. Penulangan Kolom

$$\text{Gaya aksial (Pu)} = 123922,62 \text{ kg}$$

$$= 1239226,2 \text{ N}$$

$$\text{Momen Ultimit (Mu)} = 609,06 \text{ kgm}$$

$$= 6090600 \text{ Nmm}$$

Lebar Kolom (b) = 400 mm

Tinggi Kolom(h) = 400 mm

$$d = h - p - \frac{1}{2} D - \emptyset$$

$$= 400 - 40 - \frac{1}{2} 16 - 10 = 342 \text{ mm}$$

$$d_s = p + \frac{1}{2} D + \emptyset$$

$$= 40 + \frac{1}{2} 16 + 10 = 58 \text{ mm}$$

Luas penampang kolom (Agr)

$$\text{Agr} = b \cdot h$$

$$= 400 \cdot 400 = 160000 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan pada penampang kolom (ρ)

$$\rho = 2\% \sim 0,02$$

Luas tulangan yang dibutuhkan (As, u)

$$\text{As}, u = \rho \cdot \text{Agr}$$

$$= 0,02 \cdot 160000 = 3200 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan tarik (As)

$$\text{As} = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2$$

$$= \frac{1}{4} 3,14 \cdot 162 = 200,96 \text{ mm}^2$$

Sehingga diperoleh jumlah tulangan (n)

$$n = \frac{\text{As}, u}{\text{As}}$$

$$= \frac{3200}{200,96}$$

$$= 15,92 \sim 16 \text{ batang}$$

Digunakan tulangan kolom 16D16 dengan

$$\text{As} = \text{As}' = 3215,36 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ast} = \text{As} + \text{As}'$$

$$= 3215,36 \text{ mm}^2 + 3215,36 \text{ mm}^2$$

$$= 6430,72 \text{ mm}^2$$

$$\text{As} = \text{Agr} - \text{Ast}$$

$$= 160000 \text{ mm}^2 - 6430,72 \text{ mm}^2$$

$$= 153569,28 \text{ mm}^2$$

$$\text{Vu} = 241,5 \text{ kg} = 2415 \text{ N}$$

Lebar kolom (b) = 400 mm
 Tinggi kolom (h) = 400 mm
 Tinggi efektif (d)
 $d = h - p - \frac{1}{2} D$
 $= 400 - 40 - \frac{1}{2} 10 = 355 \text{ mm}$
 Kuat geser nominal yang ditahan oleh beton (V_c)
 $V_c = 0,17 \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$
 $= 0,17 \cdot \sqrt{25} \cdot 400 \cdot 355 = 120700 \text{ N}$
 Luas tulangan geser (A_v)
 $A_v = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2$
 $= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$
 Jarak tulangan geser (S)
 $S = \frac{1}{4} h$
 $= \frac{1}{4} 400 = 100 \text{ mm}$
 $S = 8 \cdot D$ (diameter tulangan lentur)
 $= 8 \cdot 16 = 128 \text{ mm}$
 $S = 24 \cdot \emptyset$ (diameter tulangan geser)
 $= 24 \cdot 10 = 240 \text{ mm}$
 $S = 300 \text{ mm}$
 Diambil nilai terkecil $S = 100 \text{ mm}$
 Kuat geser nominal yang ditahan tulangan geser (V_s)
 $V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S}$
 $V_s = \frac{78,5 \cdot 280 \cdot 355}{100} = 78029 \text{ N}$
 Kuat geser nominal (V_n)
 $V_n = V_c + V_s$
 $= 120700 + 78029 = 198729 \text{ N}$
 Syarat $\phi V_n > V_u$
 $0,8 \cdot 198729 \text{ N} > 2415 \text{ N}$
 $158983,2 \text{ N} > 2414 \text{ N}$

Perhitungan Pondasi

Pondasi *bored pile* dihitung dengan menggunakan metode Meyerhoff sebagai berikut :

a. Perhitungan daya dukung ultimit tiang (Q_u)

Dengan : D (diameter tiang) = 60 cm

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 60^2$$

$$= 2826 \text{ cm}^2$$

$$K_{ll} = \pi \cdot D$$

$$= 3,14 \cdot 60 = 188,4 \text{ cm}$$

$$Q_u = (q_c \cdot A_p) + (JHP \cdot K_{ll})$$

$$= (160 \cdot 2826) + (306 \cdot 188,4)$$

$$= 509810,4 \text{ kg}$$

b. Daya dukung ijin pondasi tiang

$$Q_a = \frac{q_c \cdot A_p}{3} + \frac{JHP \cdot k_{ll}}{5}$$

$$Q_a = \frac{160 \cdot 2826}{3} + \frac{306 \cdot 188,4}{5}$$

$$= 162250,08 \text{ kg}$$

Syarat $Q_u > Q_a$
 $509810,4 \text{ kg} > 162250,08 \text{ kg}$

c. Perhitungan jumlah tiang yang diperlukan (n)

$$n = \frac{\text{Paksial}}{Q_a}$$

$$n = \frac{123922,62}{162250,08} = 0,7619 \sim 1 \text{ tiang}$$

Jarak minimum antar *bored pile* untuk $S = 2,5D = 2,5 \cdot 60 = 150 \text{ cm}$

Jarak maksimum antar *bored pile* untuk $S = 3D = 3 \cdot 60 = 180 \text{ cm}$

d. Perhitungan daya dukung ijin untuk kelompok tiang

Efisiensi kelompok tiang

$$Q_{pg} = E_g \cdot n \cdot Q_a$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 162250,08 = 162250,08 \text{ kg}$$

Syarat $Q_{pg} > \text{Paksial}$
 $162250,08 \text{ kg} > 123922,62 \text{ kg}$

e. Perhitungan penulangan pondasi *bored pile*

Syarat rasio tulangan $\rho \leq \rho_{min} \leq \rho_{max}$

$$0,00003 \leq 0,0033 \leq 0,0225$$

$\rho \leq \rho_{max}$, tulangan tunggal

digunakan $\rho = 0,0033$

Luas tulangan yang dibutuhkan ($A_{s,u}$)

$$A_{s,u} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0033 \cdot 600 \cdot 507 = 1003,86 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan tarik (A_s)

$$A_s = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

Sehingga diperoleh jumlah tulangan (n)

$$n = \frac{A_{s,u}}{A_s}$$

$$n = \frac{1003,86}{200,96} = 4,99 \sim 6 \text{ batang}$$

Digunakan tulangan sengkang D10-150 mm

4. KESIMPULAN

Perencanaan Gedung Majelis Guru menggunakan mutu beton 25 MPa dan baja tulangan ulir menggunakan mutu baja 420 MPa. Untuk tebal pelat lantai atap (h) 10 cm, tebal pelat lantai typical (h) 12 cm, dimensi balok induk 30/60 cm, dimensi balok anak 20/40 cm, dan dimensi kolom 40/40 cm. Pada balok induk dan anak menggunakan tulangan utama D16 ulir dan sengkang menggunakan tulangan Ø10 dengan jarak pada daerah tumpuan antar tulangan sengkang 100 mm kemudian daerah lapangan 150 mm. Pada kolom didapat jumlah tulangan sebanyak 16D16 dari lantai 1-3. Kemudian untuk tulangan sengkang menggunakan Ø10 dengan jarak 100 mm pada daerah tumpuan dan 150 mm pada daerah lapangan. Pondasi menggunakan diameter tiang D60 yang pada 1 pondasi dibutuhkan 1 buah tiang dalam 1 pondasi *bored pile* dengan jarak

minimum 150 cm dan maksimum 180 cm. Penelitian yang dilakukan ini sangat membantu SMKN 2 Kec. Guguak untuk merancang gedung bertingkat yang sesuai dengan SNI anti gempa dan SNI beton bertulang (SNI 1727, 2020) (SNI 1726, 2019) (SNI 2847, 2019).

PUSTAKA

- Asroni, A. (2017). Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013. *Surakarta. (Indonesian)*.
- Badan Standar Nasional. 2020. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain* (SNI 1727: 2020). Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standar Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan GeMPa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung* (SNI 1726: 2019). Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan* (SNI 2847: 2019). Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Hendricks, M. D., & Van Zandt, S. (2021). Unequal protection revisited: Planning for environmental justice, hazard vulnerability, and critical infrastructure in communities of color. *Environmental justice*, 14(2), 87-97.
- Hermawati, I., & Sos, M. (2015). Kajian tentang kota ramah lanjut usia. *Yogyakarta: Badan Pendidikan dan Penelitian Kesejahteraan Sosial Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pelayanan Kesejahteraan Sosial (B2P3KS)*.
- Lambelanova, R. (2017). Implementasi Kebijakan Otonomi Daerah Bidang Pendidikan, Kesehatan Dan Perekonomian Di Kabupaten Bandung Barat. *Sosiohumaniora*, 19(2), 185-198.
- Lamia, N. W. M. T., Pandaleke, R. E., & Handono, B. D. (2020). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Denah Bangunan Berbentuk "L". *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020). Perencanaan struktur beton bertulang gedung kuliah 5 lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Nofrizal, N., Yurisman, Y., & Apwiddhal, A. (2016). Perencanaan Struktur Gedung Perkantoran Tiga Lantai Menggunakan Beton Bertulang Jalan by Pass Kota Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil Politeknik Negeri Andalas*, 12(1), 32-44.
- Nugroho, F. (2017). Pengaruh Dinding Geser Terhadap Perencanaan Kolom Dan Balok Bangunan Gedung Beton Bertulang. *Jurnal Momentum ISSN 1693-752X*, 19(1).
- Nurulsyam, A., & Mutholib, A. (2021). Optimalisasi Pembangunan Sarana Dan Prasaranadi Kelurahan Linggasari Kecamatan Ciamis Kabupaten Ciamis.
- Pribadi, K. S., Abduh, M., Wirahadikusumah, R. D., Hanifa, N. R., Irsyam, M., Kusumaningrum, P., & Puri, E. (2021). Learning from past earthquake disasters: The need for knowledge management system to enhance infrastructure resilience in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 64, 102424.
- Robbani, F. J., & Nurhidayatullah, E. F. (2021). *Analisis Bangunan Bertingkat Dengan Perbandingan Sni 1726-2012 Dan Sni 1726-2019 (Studi Kasus: Bangunan Gedung Stikes Madani Yogyakarta) Comparative Analysis Of Store Building Using SNI 1726-2012 and SNI 1726-2019 (Case Study: STIKES Madani Yogyakarta Building)* (Doctoral dissertation, University Technology Yogyakarta).
- Syamsuir, E., Wahyuni, F. I., Asnur, H., & Siska, S. T. (2022). Soil Investigation Untuk Pembangunan Ruang Majelis Guru SMKN 2 Kecamatan Guguak Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Pustaka Paket (Pusat Akses Kajian Pengabdian Komputer dan Teknik)*, 1(1), 21-26.
- Taiwo, B. M. (2000). Maintenance of school infrastructure for productivity. *Education and Productivity in Nigeria: Ilorin: Haytee press and publishing*.
- Wantalantie, R. O., Pangouw, J. D., & Windah, R. S. (2016). Analisa Statik dan Dinamik Gedung Bertingkat Banyak Akibat Gempa berdasarkan SNI 1726-2012 dengan Variasi Jumlah Tingkat. *Jurnal Sipil Statik*, 4(8).

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN