

PERENCANAAN GEDUNG UNIVERSITAS WAHIDIYAH DENGAN MENUNAKAN METODE DAKTILITAS PENUH

Achmad Nur Qosim

Universitas Wahidiyah, Alamat e-mail: qosim2711@gmail.com

Singgih Haryanto

Universitas Wahidiyah, Alamat e-mail: singgih_haryanto@uniwa.ac.id

Abstrak

Kriteria Perencanaan struktur gedung tahan gempa Daktail dengan faktor jenis struktur sesuai dengan SNI 03 – 1726 - 2002 untuk daktilitas penuh sesuatu yang dapat berperilaku daktilitas ketika beban lateral (gempa) terjadi dengan memberikan terbentuknya sendi-sendi plastis pada balok. Tugas Akhir ini merencanakan gedung Universitas Wahidiyah dengan menggunakan Metode Daktilitas Penuh. Perencanaan semua termasuk atap. Analisa struktur yang mendukung perhitungan analisa Static Ekuivalen 3 Dimensi dengan program bantu SAP 2000 V 14. Penentuan jumlah diameter tulangan dan kolom dengan momen kapasitas Balok dan Kolom tersebut. Konsep yang digunakan Konsep Desain Kapasitas. Dari desain kapasitas balok kolom tersebut didapatkan sesuatu penulangan pada pertemuan balok kolom yang akan memberikan kekuatan struktur apabila terjadi gempa kuat. Peraturan yang digunakan dalam merencanakan struktur gedung dengan daktilitas penuh sesuai dengan SNI 03 – 1726 - 2002.

Kata Kunci: Daktilitas Penuh, SNI 03 -1726-2002, Analisa Statik Ekuivalen 3 Dimensi Dengan Program Bantu SAP 2000 V14 Desain Kapasitas.

Abstract

Criteria for Ductile Resistant Building Structure Planning with structural type factors according to SNI 03-1726-2002 for full ductility something that can behave ductility when lateral load (earthquake) occurs by providing the formation of plastic joints on the beam. This Final Project plans Wahidiyah University building using the Full Ductility Method. Planning all including the roof. Structural analysis that supports the calculation of 3 Dimensional Static Equivalent analysis with SAP 2000 V 14 assistance program 14. Determination of the number of reinforcement diameters and columns with moment capacity of the Beams and Columns. The concept used is the Capacity Design Concept. From the design of the column beam capacity, a reinforcement is obtained at the confluence of the column beam which will provide structural strength in the event of a strong earthquake. The regulations used in planning building structures with full ductility are in accordance with SNI 03-1726-2002.

Keywords: Full Ductility, SNI 03 -1726-2002, 3-Dimensional Equivalent Static Analysis With SAP 2000 V14 Capacity Assistance Program Design.

PENDAHULUAN

Kondisi perkuliahan saat ini masih menyesuaikan tempat, apabila ada tempat yang kosong di tempati. untuk saat ini fakultas yang sudah memiliki gedung sendiri hanya fakultas teknik, sementara itu untuk fakultas yang lain nya masih meminjam gedung yang ada di area pondok, untuk rencananya semua fakultas dijadikan satu untuk mempermudah pengawasan dan pengalokasian area agar tidak timbul perpecahan antara fakultas yang satu dengan fakultas yang lain, apabila ada pengumuman atau info yang penting mahasiswa segera menanggapi.

Perencanaan gedung Universitas Wahidiyah merupakan proyek dari Daperwa (Departemen Perlengkapan Wahidiyah) yang terbesar dan melibatkan banyak pihak antara lain Dosen dan Mahasiswa dari teknik sipil, dari data gambar dan perencanaan yang sudah didapatkan penulis mempunyai gambaran untuk mengambil judul skripsi tema perencanaan gedung dengan tahan gempa dengan menggunakan metode daktilitas penuh.

Letak geologis tempat pelaksanaan pekerjaan atau proyek sangat mempengaruhi dalam pengambilan

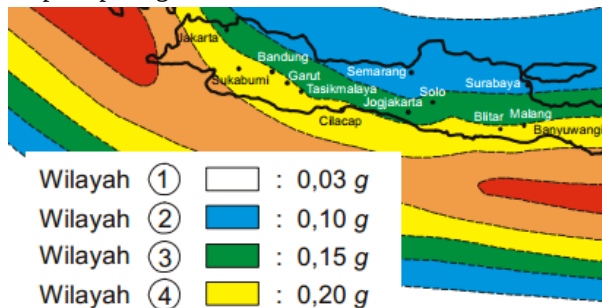
perencanaan pengambilan judul daktilitas penuh, data gempa setiap kejadian juga mempengaruhi.

Sejak meletusnya gunung kelud pertama kali sampai dengan terakhir 14 februari 2014 menurut dari data BMKG gunung kelud terus saja mengalami peningkatan korban. Mulai dari peningkatan jumlah korban yang meninggal, korban rumah yang runtuh / rusak, dan banyak nya lahan pertanian rusak atau gagal panen. Dari data BMKG dan realita lapangan yang berada di daerah Kediri yang menjadi acuan perencanaan Daktilitas Penuh. karena daktilitas penuh itu sendiri mengambil efek gempa khusus untuk perencanaan nya. (Wikipedia, Gunung Kelud, 2019)

Daktilitas adalah kemampuan suatu struktur gedung bangunan berdeformasi inelastis tanpa kehilangan kekuatan yang berarti, Struktur Daktilitas adalah struktur yang mampu mengalami simpangan pasca elastis yang besar secara berulang kali dan bolak-balik akibat gempa yang menyebabkan terjadinya perlelahan pertama, sambil mempertahankan kekuatan yang cukup, sehingga struktur tetap berdiri, walaupun sudah berada di ambang pintu keruntuhan. (Muhmud, 2016)

Konsep dari daktilitas penuh itu sendiri adalah mengambil konsep kolom kuat balok lemah (strong collom weak beam) agar struktur-struktur bangunan berdeformasi maksimum pada sambungan kolom balok, dan sendi-sendi plastis terjadi pada kedua ujung balok-balok dan kaki kolom lantai dasar.

Perencanaan dan tempat pembangunan berada di wilayah kediri, dan sedangkan wilayah kediri dalam perencanaan wilayah gempa masuk dalam wilayah gempa 3, seperti pada pada gambar ini.



Gambar 1. 1 Wilayah Gempa

(Sumber SNI 1726-2012)

Ada dua cara tahapan yang bisa digunakan untuk perencanaan Daktilitas penuh :

- ♦ Dengan analisa langsung menggunakan software dengan pushover tapi cara ini hanya bisa di lakukan dengan menggunakan SAP versi terbaru.
- ♦ Analisa secara manual setelah momen di didapat di SAP.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan cara yang manual karena keterbatasan pengetahuan tentang software terbaru dari SAP

METODE

Dari data sap yang sudah di peroleh kemudian di cek, secara manual.

Langkah perencanaan daktitas penuh

- ♦ Perencanaan balok portal beban lentur
- ♦ Perencanaan balok portal beban geser
- ♦ Perencanaan kolom portal terhadap beban lentur dan aksial
- ♦ Perencanaan kolom portal terhadap beban geser

Apabila semua perencanaan tersebut terlaksana semua dan tidak mengalami kegagalan struktur atau kekuatan tidak mencapai batas yang sudah ditentukan. Hasil perencanaan siap di gunakan, setelah di ubah dalam gambar kerja agar pekerja lapangan mudah untuk memahaminya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Momen rencana pada tumpuan

$$\begin{aligned} \text{Mu (-)} &= -16.758.72 \text{ t-m} \\ &= -167\,507\,200 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu (+)} &= 14.98141 \text{ t-m} \\ &= 149\,814\,100 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

✚ Penulangan lentur pada tumpuan negatif

$$\begin{aligned} \text{Mu (-)} &= - \\ 16.758.72 \text{ t-m} &= -167\,507\,200 \text{ N-mm} \\ \text{As} &= \frac{\text{Mu}}{\phi \times f_y \times (d-d')} = \frac{167\,507\,200}{0,8 \times 400 \times (535,5-64,5)} \\ &= 1\,111,380 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk peningkatan daktilitas dan momen balik diisyratakan dalam SK SNI' 91 3.143 : $\text{As}' \geq 0,5 \text{ As}$

$$\begin{aligned} \text{Maka digunakan tulangan} &: \\ \text{- tulangan atas} &= 4 \quad \text{D22} \\ & (1520,531 \text{ mm}^2) \end{aligned}$$

$$\text{- tulangan bawah} = 2 \text{ D22 } (760.265 \text{ mm}^2)$$

Cek (redistribusi momen) apakah momen negatif memenuhi syarat $(\rho - \rho') \leq \rho_b$ untuk perencanaan kapasitas balok portal setelah tulangan lentur direncanakan :

$$\rho = \frac{\text{As}}{b \times d} = \frac{1520,531}{400 \times 535,5} = 0,0071$$

$$\rho' = \frac{\text{As}'}{b \times d} = \frac{760.265}{400 \times 535,5} = 0,00355$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times \alpha \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 25}{400} \times \frac{600}{600 + 400} = 0,02709 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ((\rho - \rho') &\leq 0,5 \rho_b) \\ &= 0,0071 - 0,00355 = 0,00355 < 0,5 \times 0,02709 \\ &= 0,00355 < 0,013545 \dots\dots\dots \text{ok?} \end{aligned}$$

✚ Penulangan lentur pada tumpuan positif

$$\begin{aligned} b_e &\leq 400 + 1/12 \times 7500 = 1025 \text{ mm} \\ b_e &\leq 400 + 6 \times 120 = 1120 \text{ mm} \\ b_e &\leq 400 + 1/2 \times 6700 = 3750 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu (+)} &= 14.98141 \text{ t-m} \\ &= 149\,814\,100 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

Periksa apakah tinggi a lebih besar dari tebal pelat :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f_c' \times b_e \times (0,85 \times X) \\ &= 0,85 \times 25 \times 1025 \times (0,85 \times X) \\ &= 18\,514,063X \text{ N-mm} \\ M_n &= M_u / 0,8 = 149\,814\,100 / 0,8 \\ &= 187\,267\,625 \text{ N-mm} \\ &= 18\,514,063X \times \left\{ 535,5 - \frac{0,85 \times X}{2} \right\} \\ &= 7\,868,476 X^2 - 9\,914\,280,737 X + 18\,267\,625 \end{aligned}$$

Dengan rumus ABC didapat :

$$X_{\max} = 1,853 \text{ mm} < t = 120 \text{ mm} \rightarrow \text{T palsu}$$

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y = 1,4 / 400 = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \beta \times 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,75 \times 0,85 \times 0,85 \times \frac{25}{400} \times \frac{600}{600+400}$$

$$= 0,020320312$$

$$P_{\text{perlu}} = 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{b_e}{b_w} \times \frac{a_{\text{max}}}{d}$$

$$= 0,85 \times \frac{25}{400} \times \frac{1025}{400} \times \frac{1,853}{535,5} = 0,00049$$

$$\text{Syarat} : P_{\text{min}} < P_{\text{perlu}} < P_{\text{max}}$$

$$\text{Dipakai} : P_{\text{perlu}} = 0,00049$$

$$\text{Sebagai syarat tulangan tumpuan positif} : \frac{A_s'}{A_s} = 1$$

Tulangan akibat tarik :

$$A_s = P_{\text{perlu}} \times b_w \times d$$

$$= 0,00049 \times 400 \times 535,5 = 104,958 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan ;

$$\text{Atas} = 5 \text{ D } 25 (2454,369 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Bawah} = 3 \text{ D } 25 (1472,622 \text{ mm}^2)$$

Rencana tulangan tumpuan dari momen yang dipakai :

$$\text{- tulangan atas} = 5 \text{ D } 25 (2454,369)$$

$$\rightarrow P_{\text{act}} = \frac{2454,369}{400 \times 535,5} = 0,01146$$

$$\text{- tulangan bawah} = 3 \text{ D } 25 (1472,622)$$

$$\rightarrow P_{\text{act}} = \frac{1472,622}{400 \times 535,5} = 0,00687$$

Penulangan lentur pada lapangan

$$b_e \leq \frac{1}{4} \times 7500 = 1875 \text{ mm}$$

$$b_e \leq 400 + (16 \times 120) = 2320 \text{ mm}$$

$$b_e \leq 7500 \text{ mm}$$

Momen Rencana

$$M_u = 14,12261 \text{ t-m}$$

$$= 141 \ 226 \ 100 \text{ N-mm}$$

Periksa apakah tinggi a lebih besar dari tebal pelat :

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times b_e \times (0,85 \times X)$$

$$= 0,85 \times 25 \times 1875 \times (0,85 \times X)$$

$$= 33 \ 867,1875 \text{ X N}$$

$$M_n = M_u / 0,8$$

$$= 141 \ 226 \ 100 / 0,8 = 176 \ 535 \ 625$$

$$M_n = C_c \times \left(d - \frac{0,85 \times X}{2} \right)$$

$$176 \ 535 \ 625 = 33 \ 867,19 \text{ X} \left(535,5 - \frac{0,85 \times X}{2} \right)$$

$$0 = 14 \ 393,56 \text{ X}^2 - 18 \ 135 \ 880,25 \text{ X} + 176 \ 535 \ 625$$

Dengan rumus ABC didapat :

$$X_{\text{max}} = 10 < t = 120 \text{ mm} \rightarrow \text{T palsu}$$

$$\rho_{\text{min}} = 1,4 / f_y = 1,4 / 400 = 0,0035$$

$$P_{\text{perlu}} = 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{b_e}{b_w} \times \frac{a_{\text{max}}}{d}$$

$$= 0,85 \times \frac{25}{400} \times \frac{1875}{400} \times \frac{10}{535,5} = 0,00465 > \rho_{\text{min}}$$

$$\text{Dipakai} : \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

Tulangan tarik :

$$A_s = P_{\text{perlu}} \times b_w \times d$$

$$= 0,00465 \times 400 \times 535,5 = 996,03 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan ;

$$\text{atas} = 3 \text{ D } 25 (1472,622)$$

$$\text{Bawah} = 3 \text{ D } 25 (1472,622)$$

Maka dengan data tulangan :

$$\text{Tulangan atas} = 5 \text{ D } 25 (2454,369)$$

$$\rightarrow P_{\text{act}} = \frac{2454,369}{400 \times 535,5} = 0,01146$$

$$\text{Tulangan bawah} = 3 \text{ D } 25 (1472,622)$$

$$\rightarrow P_{\text{act}} = \frac{1472,622}{400 \times 535,5} = 0,00687$$

$$d = 600 - (40 + 12 + 25/2) = 535,5 \text{ mm}$$

$$d' = 40 + 12 + (25/2) = 64,5 \text{ mm}$$

Anggap tulangan tarik leleh dan tulangan tekan belum leleh :

$$T = A_s \times f_y$$

$$= 2454,369 \times 400 = 981 \ 747,6 \text{ N}$$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times \beta_1 \times b_w \times X$$

$$= 0,85 \times 25 \times 0,85 \times 300 \times X$$

$$= 5 \ 418,75 \text{ X N}$$

$$C_s = A_s' \times (f_s' - 0,85 \times f_c')$$

$$= 1472,622 \times \left[(600 \times (1 - \frac{64,5}{x})) - 0,85 \times 30 \right]$$

$$= 846 \ 021,399 - 56 \ 990 \ 471,4/X$$

$$\Sigma H = 0 \rightarrow C_c + C_s - T = 0$$

$$5 \ 418,75 \text{ X} + 846 \ 021,399 - 56 \ 990 \ 471,4/X - 981 \ 747,6$$

N

$$5 \ 418,75 \text{ X}^2 - 56 \ 990 \ 471,4 - 135 \ 726,201 \text{ X}$$

Dengan rumus ABC didapat :

$$X = 419,9 \text{ mm}$$

$$a_{\text{max}} = 419,9 \times 0,85 = 356,916 \text{ mm}$$

kontrol :

$$\epsilon_s' = 0,003 \times (1 - \frac{64,5}{x})$$

$$= 0,003 \times (1 - \frac{64,5}{419,9}) = 0,00254$$

$$= 0,00254 < \epsilon_y = \frac{400}{200 \ 000} = 0,002$$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times \beta_1 \times b_w \times X$$

$$C_c = 0,85 \times 25 \times 0,85 \times 400 \times 419,9$$

$$= 3 \ 033 \ 777,5 \text{ N}$$

$$C_s = 8 \ 462 \ 021,339 - 5 \ 690 \ 471,4/419,9$$

$$= 8 \ 448 \ 469,432 \text{ N}$$

Titik berat tulangan tarik Z

$$Z = \frac{A_s \text{ tulangan tarik} \times d}{A_s \text{ tulangan tarik}} = \frac{2454,369 \times 535,5}{2454,369}$$

$$Z = 535,5$$

Momen aktual balok $M_{n_{ak,b}}$

$$M_{n_{ak,b}} = C_c \times (z - \frac{a_{\text{max}}}{2}) + C_s \times (Z - d')$$

$$= 3\,033\,777,5 \times (535,5 - \frac{356,916}{2}) + 8\,448\,469,432 \times (535,5 - 64,5)$$

$$= 1\,083\,185\,986 + 3\,979\,229\,102$$

$$= 5\,062\,415\,088 \text{ N-mm}$$

$$= 5\,062,415\,088 \text{ KN-m}$$

Momen kapasitas balok M_{kap,b}

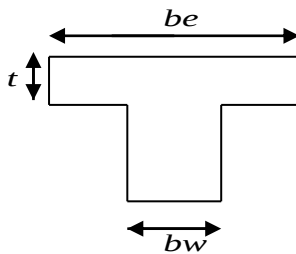
$$M_{kap,b} = OSF \times M_{n_{ak,b}}$$

$$= 1,25 \times 5\,062\,415\,088$$

$$= 6\,328\,018\,861 \text{ N-mm}$$

$$= 6\,328,018861 \text{ KN-m}$$

Perhitungan M_{kap, b'}(+)



$$\epsilon_y = \frac{400}{200\,000} = 0,002$$

$$\epsilon_s = 0,003 \times (\frac{64,5}{X} - 1)$$

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times b_e \times (0,85 \times X)$$

$$= 0,85 \times 25 \times 1875 \times (0,85 \times X)$$

$$= 33\,867,1875 \text{ X N}$$

$$T = A_s \times f_y$$

$$= 1472,622 \times 400 = 589\,048,8$$

$$C_s = A_s \times (\epsilon_s \times E_s)$$

$$= 2454,622 \times \{0,003 \times (\frac{64,5}{X} - 1)\} \times 200\,000$$

$$= \frac{94984080,3}{X} - 1472621,4$$

$$\Sigma H = 0$$

$$C_c + C_s - T = 0$$

$$33\,867,1875X + \frac{94984080,3}{X} - 1472\,621,4 - 589\,048,8 = 0$$

$$33\,867,1875 X^2 - 2\,061\,670,2 X - 9\,498\,080,3$$

Dengan rumus ABC didapat :

$$X = 4,61$$

$$a_{max} = 4,61 \times 0,85 = 3,9185 \text{ mm}$$

kontrol :

$$\epsilon_s = 0,003 \times (\frac{64,5}{X} - 1)$$

$$= 0,003 \times (\frac{64,5}{4,61} - 1)$$

$$= 0,003897 < \epsilon_y = 0,002$$

→ tulangan tekan belum leleh

Sehingga :

$$C_c = 3\,033\,777,5 \text{ N}$$

$$C_s = 8\,448\,469,432 \text{ N}$$

$$Z = 535,5$$

Maka didapat momen nimal aktual :

$$M_{n_{ak,b}} = C_c \times \{Z - \frac{a}{2}\} + C_s \times (Z - d')$$

$$= 3\,033\,777,5 \times \{535,5 - \frac{4,61}{2}\}$$

$$+ 3\,033\,777,5 \times (535,5 - 64,5)$$

$$= 1\,616\,078\,105 + 1\,428\,909\,203$$

$$= 3\,044\,987\,308 \text{ N-mm}$$

$$= 3\,044,987308 \text{ KN-m}$$

$$M_{kap,b} = OSF \times M_{n_{ak,b}}$$

$$= 1,25 \times 3\,044,987\,308$$

$$= 3\,806,234135 \text{ KN-m}$$

Perhitungan Kolom Portal Frame

Data kolom Lanatai 2

- Dimensi = 70 x 70 cm
- Mutu Beton (f_{c'}) = 25 Mpa
- H = 4 m
- Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa
- h_n = 3,40 mm
- Tulangan Utama = D-25
- Decting = 40 mm
- Sengkang = D-12

Arah X :

- M_{kap,b} (-) kiri = 383,037718 KN-m
- M_{kap,b} (+) kiri = 229,921980 KN-m
- M_{kap,b} (-) kanan = 383,037718 KN-m
- M_{kap,b} (-) kanan = 229,921980 KN-m

Arah Y :

- M_{kap,b} (-) kiri = 693,472805 KN-m
- M_{kap,b} (+) kiri = 451,775660 KN-m
- M_{kap,b} (-) kanan = 693,472805 KN-m
- M_{kap,b} (-) kanan = 451,775660 KN-m

Momen Rencana Kolom

I_c buttom = I_c kolom

I_c buttom = I_c kolom

$$= 1/12 \times 700 \times 700^3 = 2,00083 \times 10^{10}$$

$$\acute{a} = \frac{I_{c \text{ buttom}} / L_{c \text{ buttom}}}{(I_{c \text{ top}} / L_{c \text{ top}}) + (I_{c \text{ buttom}} / L_{c \text{ buttom}})}$$

$$a_{atas} = \frac{2,00083 \times 10^{10} / 4,400}{(2,00083 \times 10^{10} / 4,400) + (2,00083 \times 10^{10} / 4,400)}$$

$$= 0,5$$

$$a_{atas} = \frac{2,00083 \times 10^{10} / 4,400}{(2,00083 \times 10^{10} / 4,400)} = 1$$

Momen Rencana Arah X

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k(s)} \text{ bawah} &= 0,7 \times 1,0 \times \frac{4,400}{5} \times 1 \\ &\left(\frac{7}{6,2} \times (383,037718 + 229,921980) \right) \\ &= 426,3035835 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k(s)} \text{ bawah} &= 0,7 \times 1,3 \times \frac{4,400}{5} \times 1 \\ &\left(\frac{7}{6,2} \times (383,037718 + 229,921980) \right) \\ &= 227,0973293 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

Momen Rencana Arah Y

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k(s)} \text{ Bawah} &= 0,7 \times 1,0 \times \frac{4,400}{5} \times 1 \\ &\left(\frac{7}{6,2} \times (693,472805 + 451,775660) \right) \\ &= 796,5018356 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k(s)} \text{ Bawah} &= 0,7 \times 1,3 \times \frac{4,400}{5} \times 1 \\ &\left(\frac{7}{6,2} \times (693,472805 + 451,775660) \right) \\ &= 517,726193 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

Kolom Bawah :

Gaya memikul, 100% arah X + 30% Arah Y

$$\begin{aligned} \text{Mu bawah} &= \text{Mu } k(x) + 0,3 \text{ Mu } k(y) \\ &= 426,3035835 + (0,3 \times 796,5018356) = \end{aligned}$$

665,2541342 KN-m

Mu memikul, 100% arah Y + 30% arah X

$$\begin{aligned} \text{Mu bawah} &= \text{Mu } k(x) + 0,3 \text{ Mu } k(y) \\ &= 796,5018356 + (0,3 \times 426,3035835) = \mathbf{924,3929107} \end{aligned}$$

KN-m

Kolom Atas :

Gempa memikul, 100% arah X + 30% arah Y

$$\begin{aligned} \text{Mu atas} &= \text{Mu } k(x) + 0,3 \text{ Mu } k(y) \\ &= 277,0973293 + (0,3 \times 517,7261932) \\ &= 432,4151873 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

Gempa memikul, 100% arah Y + 30% arah X

$$\begin{aligned} \text{Mu atas} &= \text{Mu } k(x) + 0,3 \text{ Mu } k(y) \\ &= 517,7261932 + (0,3 \times 227,0973293) = \mathbf{600,855392} \end{aligned}$$

KN-m

Jadi Momen rencana Kolom :

$$\text{Mu}_{k-atas} = 600,855392 \text{ KN-m}$$

$$\text{Mu}_{k-bawah} = 924,3929107 \text{ KN-m}$$

Gaya Aksial Kolom

Arah X

$$\begin{aligned} \text{Ng}_{kolom} &= N_D + N_{l,r} \\ &= 363665,35 \text{ kg} + 32389,63 \text{ kg} \\ &= 396054,98 \text{ kg} = 3960,5498 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$N_{Ekolom} = 64447,06 \text{ kg} = 644,4706 \text{ KN}$$

Arah Y

$$\begin{aligned} \text{Ng}_{kolom} &= N_D + N_{l,r} \\ &= 363665,35 \text{ kg} + 32389,63 \text{ kg} \\ &= 396054,98 \text{ kg} = 3960,5498 \text{ KN} \\ N_{Ekolom} &= 11950,23 \text{ kg} = 119,5023 \text{ KN} \end{aligned}$$

Gaya Aksial rencana arah X

(gempa memikul 100% arah X dan 30% arah Y)

$$R_v = 1,1 - 0,025 \times 9 = 0,875$$

$$N_{u,kx} = \mathbf{4687,658475 \text{ KN}}$$

Gaya Aksial Rencana Arah Y

gempa memikul 100% arah X dan 30% arah Y

$$N_{u,kx} = \mathbf{4292,227146 \text{ KN}}$$

Gempa memikul, 100% arahX + 30% arah Y

$$\begin{aligned} N_{u,x} &= N_u K(x) + 0,3 N_u k(y) \\ &= 4687,658475 + (0,3 \times 4292,227146) \\ &= 5975,326619 \text{ KN} \end{aligned}$$

Gempa memikul, 100% arahX + 30% arahY

$$\begin{aligned} N_{u,y} &= N_u K(y) + 0,3 N_u k(x) \\ &= 4292,227146 + (0,3 \times 4687,658475) = \\ &5698,524703 \text{ KN} \end{aligned}$$

Jadi gaya aksial rencana kolom :

$$N_{u,k-x} \text{ atas} : 5975,326619 \text{ KN}$$

$$N_{u,k-y} \text{ atas} : 5698,524703 \text{ KN penulangan lentur}$$

kolom

- Ukuran kolom = (70 x 70) cm
- Mutu beton f_c' = 25 Mpa
- Mutu baja tulangan = 400 Mpa
- Decking = 40 mm
- Tulangan utama = D-28
- Tulangan sengkang = D-12
- $d' = 40 + 12 + 28/2 = 66 \text{ mm}$
- $d' = 700 - 66 = 634 \text{ mm}$

Cek perbandingan kelangsingan :

$$K = 1$$

$$L_n = 440 \text{ cm}$$

$$R = 0,3 h = 0,3 \times 70 = 21$$

$$K_x \frac{I_n}{r} = 1 \times \frac{440}{21} = 20,95$$

Batas kolom pendek tanpa pengaku (unbraced)

$$Kx \frac{I_n}{r} \leq 22$$

$$20,95 \leq 22$$

Karena termasuk kolom pendek maka tidak perlu diperhitungkan bahaya tekuknya.

Rencana tulangan perlu kolom

$$Mu = 892,87 \text{ KN-m}$$

$$Pu = 6118,90 \text{ KN}$$

$$Kr = \frac{Mu}{\phi \times Ag \times h} = \frac{892870000}{0,65 \times 700^2 \times 700} = 4,004$$

$$Kr = \frac{Pu}{\phi \times Ag} = \frac{6118904}{0,65 \times 700^2} = 19,21$$

Dari interaksi M-N non dimensi untuk fy 350 Mpa :

Nilai $\rho = 0,024$

Dari interaksi M-N non dimensi untuk fy 400 Mpa :

Nilai $\rho = 0,024$

Hasil Interpolasi nilai ρ untuk fy 390 Mpa

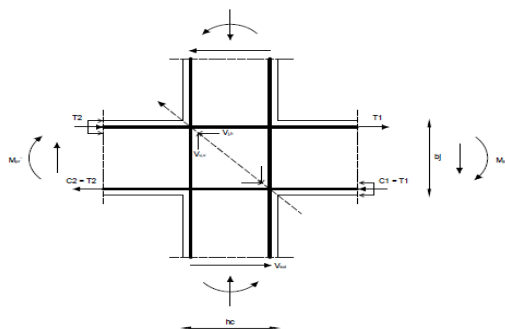
: Nilai $\rho = 0,024$

$$As = \rho \times Ag = 0,024 \times 700^2 = 11\,760 \text{ mm}^2$$

→ **maka kolom pakai tulangan 26 D28**

--- (**$As = 16009,556 \text{ mm}^2$**)

Perencanaan Kolom Terhadap Geser



Data balok :

Dimensi balok : $b = 400$ $L_{ka} = L_{ki} = 7,5$ m

$h = 600$ $L_{n,ka} = L_{n,ki} = 6,2$ m

$Z_{ki-x, y} = Z_{ka-x, y} = d-d' = 535,5 - 64,5 = 471$ mm

Arah X

$$C_{ki} = T_{ki} = 0,7 \times \frac{M_{kap,ki}}{Z_{ki}} = 0,7 \times \frac{383,07718}{471} = 569,270 \text{ KN}$$

$$C_{ka} = T_{ka} = 0,7 \times \frac{M_{ap,k}}{Z_{ka}} = 0,7 \times \frac{383,07718}{471} = 569,270 \text{ KN}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left(\frac{I_{ki}}{I_{ki,n}} M_{kap,ki} + \frac{I_{ki}}{I_{ki,n}} M_{kap,ka} \right)}{0,5 (h_{k,a} + h_{k,b})}$$

$$= \frac{0,7 \left(\frac{7}{6,2} 383,037718 + \frac{7}{6,2} 383,037718 \right)}{0,5 (5+5)} = 121,0893431$$

KN

$$V_{jh-x} = C_{ki} + C_{ka} - V_{kol-x} = 569,270 + 569,270 - 121,0893431 = 1017,450657 \text{ KN}$$

Arah Y

$$M_{kap,b} (-) \text{ kiri} = 693,472805$$

$$C_{ki} = T_{ki} = 0,7 \times \frac{M_{kap,ki}}{Z_{ki}} = 0,7 \times \frac{693,472805}{0,471} = 1030,640 \text{ KN}$$

$$C_{ka} = T_{ka} = 0,7 \times \frac{M_{ap,ka}}{Z_{ka}} = 0,7 \times \frac{693,472805}{0,471} = 1030,640 \text{ KN}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left(\frac{I_{ki}}{I_{ki,n}} M_{k@p,ki} + \frac{I_{ki}}{I_{ki,n}} M_{kap,ka} \right)}{0,5 (h_{k,a} + h_{k,b})} = \frac{0,7 \left(\frac{7,0}{6,2} 693,472805 + \frac{7,0}{6,2} 693,472805 \right)}{0,5 (5+5)} = 219,2268868$$

KN

$$V_{jh-y} = C_{ki} + C_{ka} - V_{kol-y} = 1030,640 + 1030,640 - 219,2268868 = 1842,053113 \text{ KN}$$

Karena $V_{jh-x} < V_{jh-y}$ maka diambil $V_{jh,y}$

$$V_{jv} = \frac{b_j}{h_c} \times v_{jh} = \frac{600}{800} \times 1842,053113 = 1381,539835 \text{ KN}$$

Kontrol tegangan yang terjadi

$$V_{jh} = \frac{V_{jh}}{b_j \times h_c} \leq 1,5 \times \sqrt{f'c'} = \frac{1842053,113}{600 \times 700} = 4,386 \text{ Mpa} \leq 1,5 \times \sqrt{25} = 7,5 \text{ok!}$$

Penulangan geser joint balok kolom :

$$N_{u,k} = 5975,326619 \text{ KN}$$

$$N_{u,k} = \frac{5975,326619}{700 \times 700} = 9,336 \text{ Mpa} > 0,1 \times 30 = 3,00 \text{ Mpa}$$

.....ok!

Pehitungan Tulangan Geser Horizontal

$$V_{ch} = \frac{2}{3} \times \sqrt{\left(\frac{N_{u,k}}{Ag} - 0,1 \times f'c' \right)} \times b_j \times h_c = \frac{2}{3} \times \sqrt{(9,336 - 0,1 \times f'c')} \times 700 \times 700 = 1073980,261$$

$$V_{sh} = V_{jh} - V_{ch}$$

$$= 1842053,113 - 1073980,261 = 768072,852 \text{ N}$$

$$A_{jh} = \frac{V_{sh}}{f_y} = \frac{768072,852}{400} = 1920,182 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang D12, $A_{st} = 113,097 \text{ mm}^2$

Rencanakan dipakai sengkang rangkap 4, tulangan D12 (**$As \text{ ada} = 542,388 \text{ mm}^2$**)

Jumlah lapis sengkang (n) :

$$n = \frac{1920,182}{452,388} = 4,25 = 5 \text{ lapis}$$

Pehitungan Tulangan Geser Vertikal

$$V_{cv} = V_{jh} \times \left(0,6 + \frac{N_{u,k}}{f'c' \times Ag} \right) = 1842953,113 \times \left(0,6 + \frac{5975326,619}{25 \times 700 \times 700} \right)$$

$$= 2\,004\,730,79\text{ N}$$

$$As_v = V_{jh} - V_{cv}$$

$$= 1842053,113 - 1678506,295 = 163546,8183\text{ N}$$

$$A_{jv} = \frac{V_{sv}}{f_y} = \frac{163546,8183}{400} = 4198350\text{ mm}$$

Digunakan sengkang D12, $A_{st} = 113,097$

Rencanakan dipakai sengkang rangkap 3, tulangan

D12 ($A_s \text{ ada} = 339,12\text{ mm}^2$)

$$n = \frac{419,350}{339,291} = 1,240 = 2\text{ lapis}$$

Perhitungan Pelat Lantai

PERHITUNGAN PLAT LANTAI (SLAB)

PLAT LENTUR DUA ARAH (TWO WAY SLAB)

A. DATA BAHAN STRUKTUR

Kuat tekan beton,

Tegangan leleh baja untuk tulangan lentur,

$f'_c =$	25	MPa
$f_y =$	400	MPa

B. DATA PLAT LANTAI

Panjang bentang plat arah x,

Panjang bentang plat arah y,

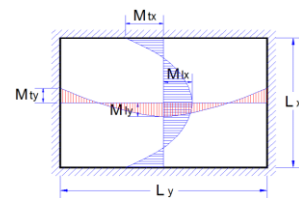
Tebal plat lantai,

Koefisien momen plat untuk :

$$L_y / L_x =$$

$L_x =$	3,25	m
$L_y =$	4,00	m
$h =$	120	mm
KOEFSISIEN MOMEN PLAT		
DUA ARAH karena $L_y/L_x < 2$		
Lapangan x	$C_{lx} =$	28
Lapangan y	$C_{ly} =$	20
Tumpuan x	$C_{tx} =$	64
Tumpuan y	$C_{ty} =$	56

Tabel 2 dengan 4 sisi terjepit



Diameter tulangan yang digunakan,
Tebal bersih selimut beton,

$\phi =$	12	mm
$t_s =$	40	mm

C. BEBAN PLAT LANTAI

1. BEBAN MATI (DEAD LOAD)

No	Jenis Beban Mati	Berat satuan	Tebal (m)	Q (kN/m ²)
1	Berat sendiri plat lantai (kN/m ³)	24,0	0,12	2,880
2	Berat finishing lantai (kN/m ³)	22,0	0,05	1,100
3	Berat plafon dan rangka (kN/m ²)	0,2	-	0,200
4	Berat instalasi ME (kN/m ²)	0,500	0,000	0,500
Total beban mati,			$Q_D =$	4,680

2. BEBAN HIDUP (LIVE LOAD)

Beban hidup pada lantai bangunan =	250	kg/m ²
→ $Q_L =$	2,5	kN/m ²

3. BEBAN RENCANA TERFAKTOR

$$\text{Beban rencana terfaktor, } Q_u = 1,2 * Q_D + 1,6 * Q_L = 9,616\text{ kN/m}^2$$

4. MOMEN PLAT AKIBAT BEBAN TERFAKTOR

Momen lapangan arah x,	$M_{ulx} = C_{lx} * 0,001 * Q_u * L_x^2 =$	2,852	kNm/m
Momen lapangan arah y,	$M_{uly} = C_{ly} * 0,001 * Q_u * L_y^2 =$	2,033	kNm/m
Momen tumpuan arah x,	$M_{utx} = C_{tx} * 0,001 * Q_u * L_x^2 =$	6,521	kNm/m
Momen tumpuan arah y,	$M_{uty} = C_{ty} * 0,001 * Q_u * L_y^2 =$	5,688	kNm/m
Momen rencana (maksimum) plat,	→ $M_u =$	6,521	kNm/m

D. PENULANGAN PLAT

$$\text{Untuk : } f'_c \leq 30\text{ MPa, } \beta_1 = 0,85$$

$$\text{Untuk : } f'_c > 30\text{ MPa, } \beta_1 = 0,85 - 0,05 * (f'_c - 30) / 7 = -$$

$$\text{Faktor bentuk distribusi tegangan beton, } \beta_1 = 0,85$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f'_c / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0271$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f'_c)] = 6,5736$$

$$\text{Faktor reduksi kekuatan lentur, } \phi = 0,80$$

$$\text{Jarak tulangan terhadap sisi luar beton, } d_s = t_s + \phi / 2 = 46,0\text{ mm}$$

$$\text{Tebal efektif plat lantai, } d = h - d_s = 74,0\text{ mm}$$

$$\text{Ditinjau plat lantai selebar 1 m, } b = 1000\text{ mm}$$

$$\text{Momen nominal rencana, } M_n = M_u / \phi = 8,151\text{ kNm}$$

$$\text{Faktor tahanan momen, } R_n = M_n * 10^{-6} / (b * d^2) = 1,48848$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

No	Jenis Beban Mati	Berat satuan	Tebal (m)	Q (kN/m ²)
1	Berat sendiri plat lantai (kN/m ³)	24,0	0,12	2,880
2	Berat finishing lantai (kN/m ³)	22,0	0,05	1,100
3	Berat plafon dan rangka (kN/m ²)	0,2	-	0,200
4	Berat instalasi ME (kN/m ²)	0,500	0,000	0,500
Total beban mati,			Q _D =	4,680

2. BEBAN HIDUP (LIVE LOAD)

Beban hidup pada lantai bangunan =	250	kg/m ²
→ Q _L =	2,5	kN/m ²

3. BEBAN RENCANA TERFAKTOR

Beban rencana terfaktor, $Q_u = 1.2 * Q_D + 1.6 * Q_L = 9,616$ kN/m²

4. MOMEN PLAT AKIBAT BEBAN TERFAKTOR

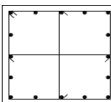
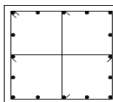
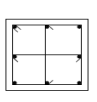
Momen lapangan arah x,	$M_{ulx} = C_{lx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	2,852	kNm/m
Momen lapangan arah y,	$M_{uly} = C_{ly} * 0.001 * Q_u * L_y^2 =$	2,033	kNm/m
Momen tumpuan arah x,	$M_{utx} = C_{tx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	6,521	kNm/m
Momen tumpuan arah y,	$M_{uty} = C_{ty} * 0.001 * Q_u * L_y^2 =$	5,688	kNm/m
Momen rencana (maksimum) plat,	→ $M_u =$	6,521	kNm/m

D. PENULANGAN PLAT

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa,	$\beta_1 =$	0,85
Untuk : $f_c' > 30$ MPa,	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	→ $\beta_1 =$	0,85
Rasio tulangan pada kondisi balance ,	$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$	0,0271
Faktor tahanan momen maksimum,	$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$	6,5736
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0,80
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \phi / 2 =$	46,0
Tebal efektif lantai,	$d = h - d_s =$	74,0
Ditinjau plat lantai selebar 1 m,	→ $b =$	1000
Momen nominal rencana,	$M_n = M_u / \phi =$	8,151
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^{-6} / (b * d^2) =$	1,48848
$R_n < R_{max}$	→ (OK)	
Rasio tulangan yang diperlukan :	$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$	0,0039
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} =$	0,0025
Rasio tulangan yang digunakan,	→ $\rho =$	0,0039

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar Detail Kolom

KODE	K1	K2	K3
POTONGAN			
DIMENSI	700 x 700	600 x 600	500 x 500
TULANGAN UTAMA	16 D 22	16 D 22	8 D 22
SENGKANG	D10-150 + KAT D10-150	D10-150 + KAT D10-150	D10-150 + KAT D10-150
MUTU BETON	f _{c'} = 25 MPa (K-300)	f _{c'} = 25 MPa (K-300)	f _{c'} = 25 MPa (K-300)

KODE	k4	k4	k5
POTONGAN			
DIMENSI	400 x 400	400 x 400	300 x 300
TULANGAN UTAMA	8 D 19	8 D 19	8 D 22
SENGKANG	D10-150 + KAT D10-150	D10-150	#10-150
MUTU BETON	f _{c'} = 25 MPa (K-300)	f _{c'} = 25 MPa (K-300)	f _{c'} = 25 MPa (K-300)

2. Gambar Detail Balok

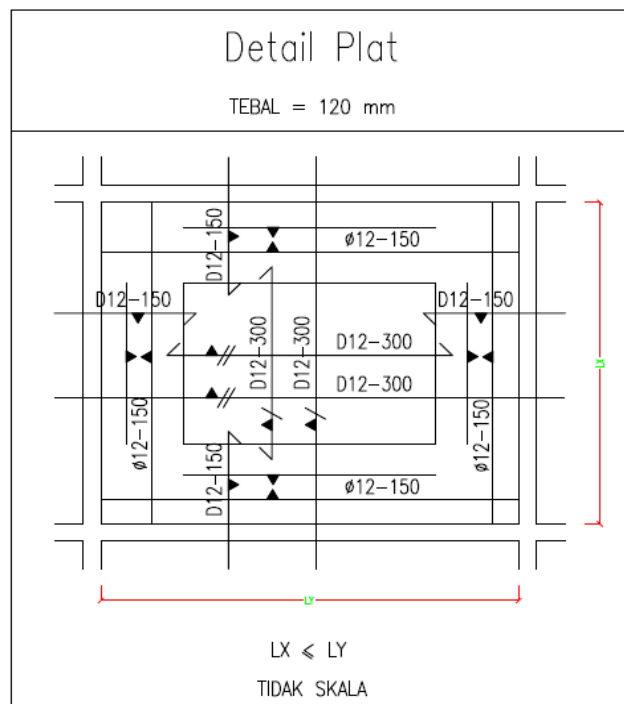
B1-1		B1-2		B2-1		B2-2	
TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
							
400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600
2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 19	2 D 19	2 D 19	2 D 19
2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 19	2 D 19	2 D 19	2 D 19
D10-150	D10-200	D10-150	D10-200	D8-150	D8-200	D8-150	D8-200

B3-1		B3-2		B4-1		B4-2	
TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
							
300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	200 x 600	200 x 600	200 x 600	200 x 600
4 D 22	2 D 22	4 D 22	2 D 22	2 D 19	2 D 19	2 D 19	2 D 19
2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 19	2 D 19	2 D 19	2 D 19
D10-150	D10-200	D10-150	D10-200	D8-150	D8-200	D8-150	D8-200

B5-1		B5-2		B6-1		B6-2	
TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
							
200 x 400	200 x 400	200 x 400	200 x 400	200 x 600	200 x 600	200 x 600	200 x 600
2 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 22	2 D 22	2 D 16	2 D 16
2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
2 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 22	2 D 22	2 D 16	2 D 16
D8-200	D8-200	D8-200	D8-200	D8-150	D8-200	D8-200	D8-200

B7-1		B8-1		B9-1		B10-1	
TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
							
300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	150 x 600	150 x 600	150 x 300	150 x 300
2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 16	2 D 16	2 D 13	2 D 13
2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	---	---	---	---
2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 22	2 D 16	2 D 16	2 D 13	2 D 13
D10-200	D10-200	D10-100	D10-200	D8-200	D8-200	D8-200	D8-200

3. Gambar Detail Plat



PENUTUP

Simpulan

setelah menyelesaikan perencanaan struktur gedung dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pra dimensi balok dan kolom sangat terpengaruh dalam pengontrolan simpangan atau drif. Oleh karena itu direncanakan suatu dimensi yang cukup kuat menahan beban gempa yang bekerja pada struktur.
2. Untuk perhitungan gaya-gaya dalam dari balok induk dan kolom, diperoleh dan analisa statik ekuivalen 3 dimensi dengan program Bantu SAP 2000 v 14. Struktur utama akan dimodelkan sebagai strukmr open frame (space frame). Untuk permodelan dcngan cara ini, maka massa dari tiap-tiap lantai dapat diasumsikan terpusat pada satu nodal atau master join.
3. Dengan jumlah tulangan yang didapat, ternyata kolom memiliki jumlah tulangan yang terbanyak dibandingkan dengan balok. Hal ini membuat perilaku struktur lebih kuat untuk menahan gaya gempa. Keruntuhan yang diharapkan pula lebih kecil.
4. Perencanaan tulangan pada pertemuan Balok Kolom harus sesuai dengan Momen Kapasitasnya.

Saran

Berdasarkan hasil perencanaan penulis dapat memberikan beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- 1) Apabila ada tulangan baja tidak dipasang pada daerah joint atau hubungan antara balok kolom kerana pada daerah joint memiliki gaya cukup besar saat terjadi gempa ekstrim sehingga terjadi gagal struktur.
- 2) Tidak dianjurkan memasang sambungan tulangan pada daerah sendi plastis karena sewaktu-waktu terjadi kesalahan yang tidak sengaja dan beton retak kemungkinan sambungan akan terlepas sangat besar, sehingga mengakibatkan keruntuhan struktur

Perencanaan sturktur gedung tahan gempa menggunakan prinsip daktilitas penuh berbeda dengan struktur gedung konvensional banyak faktor yang harus diperhatikan, antara lain perbedaan wilayah gempa, keutamaan struktur, perbedaan tingkat daktilitas yang kesemuanya itu harus ditetapkan secara akurat agar struktur yang akan direncanakan dapat secara optimal dari segi ketahanan. Pemahaman mengenai konsep perhitungan, dan langkah-langkah penyelesaian secara teliti dalam merencanakan suatu struktur bangunan tahan gempa. Untuk itu kami sangat mengharap agar para pembaca memahami apa itu daktilitas dan sangat berhati hati dalam melakukan perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

A, K., I, I., & M, S. (2010). Pengembangan Sistem Elemen Pengikat Untuk Meningkatkan Efektifitas Kekangan Kolom Bangunan Tahan Gempa. *Jurnal Teknik Sipil* , 15.

A., T., Imran, & Imron, F. (2018). Evaluasi Kinerja Struktur Beton Gedung Fakultas Ekonomi UNKHIR Dengan Analisa Pushover Atc-40. *Jurnal Program Studi Teknik Sipil FT Unkhair* , 10.

AFANDI, N. R. (2010). Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisa Pushover Menggunakan Program Sap 2000. *SURAKARTA: UNIVERSITAS SEBELAS MARET* . Darmawan, A. (2016). *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika.

Asroni, A. (2010). *Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta : GRAHA ILMU.

Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. jakarta: BSN.

Dewobroto, W., & Wijaya, R. (2015). Perencanaan, Perilaku dan Keunggulan Portal Momen Rangka Batang Khusus (PMRBK) terhadap Portal Momen Khusus (PMK) pada Bangunan Baja Bertingkat Sedang. *Seminar dan Pameran HAKI 2015* , 13.

Dr. Ir. Suharjanto, M. (2013). *Rekayasa Gempa*. Yogyakarta: Kepel Press.

Febriana, A., Wisnumurti, & Wibowo, A. (2014). Analisa Pushover Untuk Performance Based Design . *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Brawijaya* , 10.

Hartuti, E. R. (2009). *Buku Pintar Gempa*. Yogyakarta: Diva Press.

Hasan, A., & Astria, I. F. (2013). Analisa Perbandingan Simpangan Lateral Bangunan Tinggi Dengan Variasi Bentuk Dan Posisi Dinding Geser . *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sriwijaya* , 10.

Ismani, F. A. (2009). Study Pengaruh Gempa Terhadap Variasi Panjang Tulangan Penyalur Pada Sambungan Pada Sambungan Balok Kolom Tepi. *Jurnal Rekyasa Sipil* , 12.

K, M. S., & Purwanto. (2017). Dinamika Spatio-Temporal Dampak Erupsi Gunung Kelud Di Kabupaten Kediri. *Jurnal Pendidikan Geografi* , 13.

KARIMAH, R., & WAHYUDI, Y. (2010). Daktilitas Kolom Beton Bertulang Dengan Pengekangan Didaerah Sendi Plastis. *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang* , 7.

Karisoh, H. P., Pandaleke, R., & Dapas, S. O. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik* , 12.

Mashemi, & Susanto, D. (2015). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Sekolah 5 Lantai Menggunakan Metode Statik Ekuivalen Dengan Daktilitas Penuh. *Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro* , 14.

- Muhmud, F. (2016). Analisa Dktilitas Kolom Akibat Pengekang Metode Mander. *Spektrum Sipil*, ISSN 1858-4896 , 12.
- P, A. B. (2011). Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisa Pushover Prosedur A Menggunakan Program Etabs V 9.50. *Surakarta: Universitas Sebelas Maret*.
- Pandaleke, R. E., Pangouw, J. D., & Khosama, L. K. (2013). Perencanaan Sistem Pemikul Momen Khusus Pada Komponen Balok-Kolom Dan Sambungan Struktur Baja Gedung Bj Jn Xi. *Jurnal Statik* , 11.
- Pawirodikromo, W. (2012). Seismologi Teknik & Rekaya Kegempaan . *Yogyakarta : Pustaka Pelajar* .
- Pratikto. (2009). *Kontruksi Beon 1. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta* .
- Ristanto, E., Suyandi, & Irianto, L. (2015). Analisis Joint Balok Kolom Dengan Metode SNI 2847-2013 dan ACI 352R-2002 pada Hotel Lampung. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung* , 20.
- Setiawan, A. A. (2014). Gaya Geser Dasar Seismik Berdasarkan Sni-03-1726-2002 Dan Sni03-1726-2012 Pada Struktur Gedung Grand Edge, Semarang . *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer* , 17.
- Soelarso, & Baehaki. (2017). Evaluasi Simpangan Struktur Penambahan Lantai Dengan Menggunakan Metode Analisa Statik Dan Dinamik Response Spectrum . *Jurnal Spektran* , 8.
- Soemakarya, A. A., & Surbakti, M. I. (2015). Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Refinery Dan Fraksinasi Sembilan Lantai. *Jurnal Teknik Sipil USU* , 12.
- Standar Nasional Indonesia. (2013). *Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan Struktural lain*. Jakarta : BSN .
- Standar Nasional Indonesia. (2013). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Sulendra, I. K. (2010). Evaluasi Dan Tindakan Pengurangan Kerusakan Bangunan Berdasarkan Peta Zonasi Gempa 2010. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tadulkako* , 8.
- SUMARNO, F. A. (2015). Perencanaan Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa. *Tugas Besar Dinamika Struktur Dan Rekayasa Gempa* , 53.
- Susanto, F., Samsurizal, E., & Budi, G. S. (2010). Analisa Perhitungan Struktur Bangunan Gedung Head Office Showroom Yamaha Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil FT Untan* , 9.
- Tajunnisa, Y., Chadaffi, M., & Ramadhaniawan, V. (2014). Perbandingan Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung Tahan Gempa Antara Metode SRPMM Dan SRPMK. *Jurnal APLIKASI ISSN.1907-753x* , 16.
- Triputro, F. A. (2016). Analisa Pengaruh Abu Vulkanik Gunung Kelud Pada Stabilitas Tanah Lempung. *Jurnal Konstruksi* , 8.
- Wanda, M. N., Hidayat, M. T., & Wijaya, M. N. (2014). Studi Alternatif Analisis Sambungan Balok-Kolom Dengan Sistem Pracetak Pada Gedung Holland Park Condotel Kota Batu. *Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya* , 9.
- WIDODO, S. (2009). Perencanaan Penulangan Lentur Dan Geser Balok Persegi Menurut Sni 03-2847-2002. *Staf Pengajar Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY* , 20.
- Wikipedia. (2019, Juli 31). *Gunung Kelud*. Retrieved Agustus 4, 2019, from Gunung Kelud: https://id.wikipedia.org/wiki/Gunung_Kelud
- Wikipedia. (2018, Agustus 25). *Letusan Kelud 2014*. Retrieved Juli 31, 2019, from Letusan Kelud 2014: https://id.wikipedia.org/wiki/Letusan_Kelud_2014
- Wikipedia. (2018, Agustus 25). *Letusan Kelud 2014*. Retrieved Juli 31, 2019, from Letusan Kelud 2014: https://id.wikipedia.org/wiki/Letusan_Kelud_2014
- Wikipedia. (2019, Juni 24). *Merapi*. Retrieved Agustus 21, 2019, from Merapi: https://id.wikipedia.org/wiki/Gunung_Merapi