

PERENCANAAN STRUKTUR TAHAN GEMPA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH PADA GEDUNG AUDITORIUM UNIVERSITAS WAHIDIYAH KEDIRI JAWA TIMUR

M. Firdaus

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

Singgih Haryanto

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

Abstrak

Gedung yang menggunakan struktur tahan gempa saat ini sangat banyak di pakai di Negara Indonesia, dikarenakan Indonesia termasuk dalam wilayah rawan gempa. Maka di Indonesia diperlukan struktur yang mampu menahan beban gravitasi dan beban gempa. Wilayah Kota Kediri tercatat dalam wilayah gempa menengah. Gedung 2 lantai ini terdiri dari panjang 33.75 m, lebar 16.85 m dan tinggi gedung 17.3 m. Berfungsi sebagai gedung serbaguna. Struktur tahan gempa harus mempunyai sifat, kekakuan dan stabilitas yang optimal sehingga dapat menerima beban gravitasi dan gempa. Pada perhitungan gedung bertingkat tahan gempa harus mampu memenuhi syarat peraturan pada SNI 1726-2012 mengenai Tata Cara Perencanaan Tahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dan SNI 2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Kedua SNI tersebut memberi acuan dalam merencanakan bangunan beton bertulang yang menerima beban gempa. Maka perencanaan struktur tahan gempa gedung Auditorium Universitas Wahidiyah Kediri Jawa Timur Menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Dengan mutu beton ($f_c' = 30$ MPa), mutu baja ulir ($f_y = 400$ MPa), Baja polos ($f_y = 240$ MPa). Struktur yang digunakan yaitu struktur gedung beton bertulang. Perhitungan analisa struktur menggunakan program bantu SAP. Pada hasil perhitungan didapatkan dimensi balok 15/40, 20/42, 20/50. Pada perhitungan balok dengan panjang batang 5.5m dengan menggunakan dimesi 20/50 didapat hasil tulangan tumpuan kiri (5 D 14), tulangan lapangan (2 D 14), Tumpuan kanan (3 D 14), Perencanaan kolom pada portal memenuhi konsep "Strong Column Weak Beam". Sehingga disimpulkan bahwa struktur yang di desain mampu menahan beban gravitasi dan gempa.

Kata Kunci: Beton, SPRMM, Penulangan balok, Penulangan Kolom.

Abstract

Buildings that use earthquake resistant structures are currently widely used in Indonesia, because Indonesia is included in earthquake-prone areas. So in Indonesia needed a structure that can withstand the burden of gravity and earthquake loads. The Kediri City area was recorded in a medium earthquake zone. This 2-storey building consists of a length of 33.75 m, width 16.85 m and building height 17.3 m. Functioning as a multipurpose building. Earthquake resistant structures must have optimal properties, rigidity and stability so they can accept gravity and earthquake loads. In the calculation of earthquake-resistant high rise buildings must be able to meet the requirements of the regulations in SNI 1726-2012 concerning Procedures for Earthquake Resistant Planning for Building Structures and Non-Buildings and SNI 2847-2013 on Structural Concrete Requirements for Second Building Buildings The SNI provides a reference in planning concrete buildings reinforced which receives the burden of an earthquake. Then the earthquake resistant structure planning of the Auditorium building of Wahidiyah University, Kediri, East Java, uses the Medium Moment Resisting Frame (SRPMM) method. With concrete quality ($f_c' = 30$ MPa), screw steel quality ($f_y = 400$ MPa), plain steel ($f_y = 240$ MPa). The structure used is reinforced concrete building structures. Calculation of structural analysis using the SAP assist program. In the calculation results obtained beam dimensions 15/40, 20/42, 20/50. In the calculation of beams with a rod length of 5.5m using dimes 20/50 the results of the left reinforcement (5 D 14), field reinforcement (2 D 14), right footing (3 D 14), column planning on the portal meets the concept of "Strong Column Weak Beam ". So it was concluded that the structure designed to be able to withstand gravity and earthquake loads.

Keywords: Concrete, SPRMM, Beam reinforcement, Column reinforcement.

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman semakin maju pula pendidikan – pendidikan di Indonesia khususnya di Kediri Jawa Timur. Semakin ketat persaingan dalam lingkup pendidikan dalam bidang akademik maupun non akademik di Jawa Timur yang meharuskan Kampus Universitas

Wahidiyah memiliki fasilitas sarana dan prasarana di kampus tercukupi (Purwandani & Sutarsih, n.d.).

Dalam merencanakan bangunan harus memperhatikan pembebanan pada bangunan yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Semakin tinggi bangunan akan semakin besar gaya yang di terima oleh bangunan tesebut seperti

beban mati (beban bangunan), dan beban hidup yang terdiri dari beban gempa dan angin (Purnomojati, 2015).

Pada perencanaan bangunan tahan gempa kali ini direncanakan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yang memiliki zona gempa sama seperti di daerah Kediri, Sehingga bangunan mampu menahan beban gravitasi maupun gempa dan bangunan tidak langsung mengalami keruntuhan ketika terjadi gempa pada wilayah

bangunan dan tidak banyak menelan korban jiwa (Lesmana, Yusuf, & Gatot setya Budi, n.d.).

Dalam perencanaan gedung Auditorium Universitas Wahidiyah Kediri Jawa Timur yang letak wilayahnya dengan gunung aktif yaitu gunung kelud perencana merencanakan bangunan dengan metode SRPMM dengan acuan (TeknisBSN, 2013) tentang persyaratan beton structural untuk bangunan gedung dan (SNI & 1726, 2012) untuk Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung, keduanya merupakan acuan dasar untuk menahan gaya seismik dengan pembebanan yang digunakan sesuai dengan (SNI & 1727, 1989).

Dengan acuan – acuan tersebut perencana mendapatkan bekal untuk merencanakan gedung yang optimal supaya gedung tidak mengalami kegagalan struktur ketika gedung sudah dioperasikan (Purnomojati, 2015).

Dari permasalahan tersebut maka penelitian kali ini akan membahas tentang perencanaan struktur balok, kolom yang sesuai untuk memenuhi syarat tersebut. Maka penelitian ini diangkat dengan judul

“Perencanaan Struktur Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah Pada Gedung Auditorium Universitas Wahidiyah Kediri Jawa Timur”.

Pengertian dasar dari bangunan tahan gempa yaitu komponen struktur yang dapat mengalami kelelahan ketika mendapat tekanan atau beban lebih dari yang diperhitungkan (Yogyakarta & Earthquake, 2016). Kelelahan dari komponen struktur tersebut adalah bentuk bukti dari penyerapan komponen struktur terhadap getaran atau energi gempa

selama bencana gempa berlangsung. Supaya dapat memenuhi syarat dengan konsep bangunan tahan gempa, maka pada saat terjadi bencana gempa kelelahan hanya terjadi pada balok. Maka kolom dan sambungan harus dirancang sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan tersebut dengan konsep dasar *strong column, weak beam*. Supaya ketika terjadi bencana gempa kedua komponen tidak mengalami kelelahan (Hanafi, 2015).

Beton bertulang merupakan gabungan dari dua jenis material yaitu beton polos yang hanya memiliki kekuatan tekan yang tinggi namun memiliki kekuatan tarik yang lemah dan batang baja ataupun besi yang mendukung untuk

menahan beban tariknya supaya beton dapat menahan beban tekan dan tarik yang seimbang (Sumajouw, 2014).

5 Deskripsi Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan ini adalah sebagai berikut:

6 Beban Mati

Beban mati yang diperhitungkan dalam struktur gedung bertingkat ini merupakan berat sendiri elemen struktur bangunan yang memiliki

fungsi struktural menahan beban. Beban dari berat sendiri elemen- elemen tersebut diantaranya sebagai berikut:

Uraian	Berat Kg/n3
- Beton	= 2400 Kg/n3
- Keramik (2 4 Kg/n2) + spesi (2 1 Kg/n2)	= 45 Kg/n3
- Plumbing - Plafon Penggantung + - Dinding ½ bata	= 10 Kg/n3 = 18 Kg/n3 =250 Kg/n3

Beban tersebut harus sesuai dengan volume elemen struktur yang akan digunakan (SNI, 1272, 3013) karena analisis menggunakan program bantu SAP 2000, maka berat akan dihitung secara langsung.

7 Beban Hidup (LL)

Yang perlu di perhitungkan pada beban hidup (*Load Live*) adalah beban yang di terima oleh struktur pada masa layan atau selesai masa pengerjaan konstruksi, karena pada masa layann beban hidup lebih besar dari pada masa konstruksi (Agus Harianto, n.d.)

8 Beban Hidup pada Pelat Lantai Tribun

Beban hidup yang digunakan mengacu pada standar pedoman

pembebanan yang ada, yaitu sebesar 400 kg/m2 (TeknisBSN, 2013).

9 Beban Hidup pada Atap Gedung

Beban hidup yang digunakan mengacu pada standar pedoman pembebanan yang ada, yaitu sebesar 100 kg/m2 (TeknisBSN, 2013).

10 Beban gempa

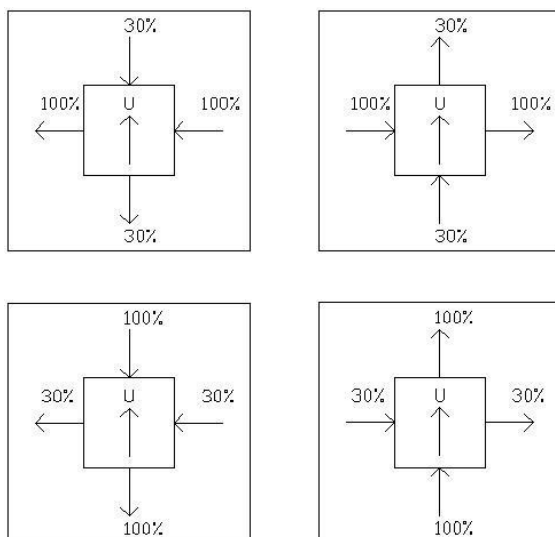
Beban gempa adalah beban yang timbul akibat percepatan getaran tanah pada saat gempa terjadi. Untuk merencanakan struktur bangunan tahan gempa, perlu diketahui percepatan yang terjadi pada batuan dasar (Tajunnisa, Chadaffi, Ramadhaniawan, & Pemikul, 2014). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, wilayah Indonesia dapat dibagi ke dalam 6 wilayah zona gempa (SNI & 1726, 2012).

Gambar Respons Spektrum wilayah 4

11 Arah Pembebanan Gempa

Dalam perencanaan struktur gedung, arah utama pengaruh Gempa Rencana harus ditentukan sedemikian rupa, sehingga pengaruh terbesar terhadap unsur-unsur subsistem dan system struktur secara keseluruhan (Tajunnisa et al., 2014).

Untuk menstimulasikan arah pengaruh Gempa Rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa dalam arah utama yang ditentukan harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebanan tadi, tetapi dengan efektifitasnya hanya 30%. Hal ini telah ditetapkan pada (SNI & 1726, 2012) pasal 5.8.2.

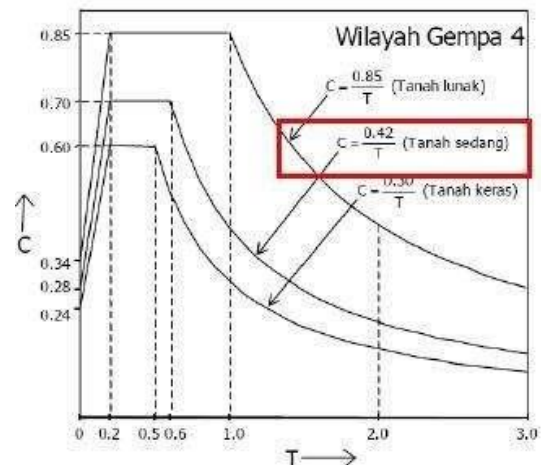


Gambar Kombinasi Gempa

Dengan mengacu pada kombinasi pembebanan (SNI & 1272, 2013a), standar kombinasi pembebanan sebagai berikut:

- 1,4 DL;
- 1,2 DL + 1,6LL;

- 1,2 DL + 1,0 LL + 1,0 EX + 0,3 EY + 0,8 WX + 1,3 WY;
- 1,2 DL + 1,0 LL - 1,0 EX - 0,3 EY - 0,8 WX - 1,3 WY;
- 1,2 DL + 1,0 LL + 0,3 EX + 1,0 EY + 1,3 WX + 0,8 WY;
- 1,2 DL + 1,0 LL - 0,3 EX - 1,0 EY - 1,3 WX - 0,8 WY;



- 0,9 DL + 1,0 EX + 0,3 EY + 0,8 WX + 1,3 WY;
- 0,9 DL - 1,0 EX - 0,3 EY - 0,8 WX - 1,3 WY;
- 0,9 DL + 0,3 EX + 1,0 EY + 1,3 WX + 0,8 WY;
- 0,9 DL - 0,3 EX - 1,0 EY - 1,3 WX - 0,8 WY;

Keterangan:

DL = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafond, tangga, dan berat pekerjaan ME;

LL = Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain;

E = Beban gempa W = Beban angin.

12 Persyaratan Sistem Rangka pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Komponen struktur lentur pada SRPMM harus memenuhi syarat –

13 Tulangan Longitudinal

Menurut (Sudarmono, 2010) tulangan longitudinal memiliki ketentuan sebagai berikut:

- 1) Pada setiap irisan penampang komponen struktur lentur:

- Jumlah tulangan atas dan bawah tidak boleh kurang dari

$f' - c$

syarat menurut (Bertulang & Srpm, 2015) dibawah ini:

$A_{smin} =$

1. $f_y b w d$

- 1) Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur tidak boleh melebihi $0,1 A_g f'_c$.
- 2) Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
- 3) Perbandingan lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0,3.
- 4) Lebarnya tidak boleh:
 - a. Kurang dari 250 mm.

Lebih lebar dari lebar komponen struktur pendukung (diukur pada bidang tegak lurus terhadap sumbu longitudinal komponen struktur lentur) ditambah jarak pada tiap sisi komponen struktur pendukung yang tidak melebihi tiga perempat tinggi komponen struktur lentur.

- Tidak boleh kurang dari $1,4 b w d / f_y$
 - Rasio tulangan ρ tidak boleh melebihi $0,025$.
 - Sekurang-kurangnya harus ada 2 batang tulangan atas dan dua batang tulangan bawah yang dipasang secara menerus.
- 2) Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya pada muka tersebut. Baik kuat lentur negatif maupun kuat lentur positif pada setiap penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperempat kuat lentur terbesar yang disediakan pada kedua muka kolom tersebut (Christiawan, 2011).
 - 3) Sambungan lewatan pada tulangan lentur hanya diizinkan jika ada tulangan spiral atau sengkang tertutup

yang mengikat bagian sambungan lewatan tersebut (Chandra, 2011). Spasi sengkang yang mengikat daerah sambungan lewatan tersebut tidak melebihi $d/4$ atau 100 mm. Sambungan lewatan tidak boleh digunakan pada:

- a. Daerah hubungan balok kolom;
- b. Daerah hingga jarak dua kali tinggi balok dari muka kolom;
- c. Tempat-tempat yang berdasarkan analisis, memperlihatkan kemungkinan terjadinya leleh lentur akibat perpindahan lateral inelastik struktur rangka.

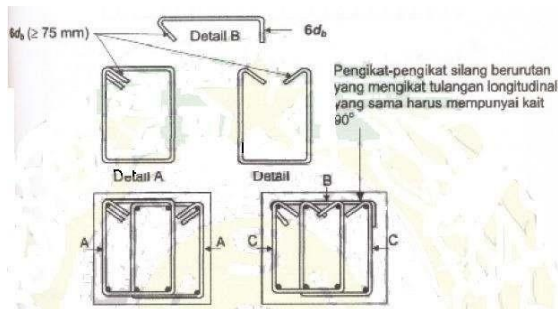
14 Tulangan Transversal

Tulangan transversal memiliki syarat – syarat yang sudah ditentukan, (Sudarmono, 2010) menyebutkan persyaratan tulangan Transversal sebagai berikut:

- 1) Sengkang tertutup harus dipasang pada komponen struktur pada daerah- daerah dibawah ini:
 - a. Pada daerah hingga dua kali tinggi balok diukur dari muka tumpuan ke arah tengah bentang, di kedua ujung komponen struktur lentur.
 - b. Disepanjang daerah dua kali tinggi balok pada kedua sisi dari suatu penampang dimana leleh lentur diharapkan dapat terjadi sehubungan dengan terjadinya deformasi inelastik struktur rangka.
- 2) Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak melebihi 50 mm dari muka tumpuan. Jarak maksimum antara sengkang tertutup tidak boleh melebihi:
 - $d/4$;
 - delapan kali diameter terkecil tulangan memanjang;
 - 24 kali diameter batang tulangan sengkang tertutup;
 - 300 mm.
- 3) Pada daerah yang memerlukan sengkang tertutup, tulangan memanjang pada perimeter harus mempunyai pendukung lateral.
- 4) Pada daerah yang tidak memerlukan sengkang tertutup, sengkang dengan kait gempa pada kedua ujungnya harus dipasang dengan spasi tidak lebih dari $d/2$ di sepanjang bentang komponen struktur.
- 5) Sengkang atau sengkang ikat yang diperlukan untuk memikul geser harus dipasang di sepanjang komponen struktur.
- 6) Sengkang tertutup dalam komponen struktur lentur diperbolehkan terdiri dari dua unit tulangan, yaitu: sebuah

sengkang dengan kait gempa pada kedua ujung dan ditutup oleh pengikat silang. Pada pengikat silang yang berurutan yang mengikat tulangan memanjang yang sama, kait 90 derajat harus dipasang secara berselang-seling. Jika tulangan memanjang yang diberi pengikat silang dikekang oleh pelat lantai hanya pada suatu sisi saja maka kait 90 derajatnya harus dipasang pada sisi yang di kengangkang(TeknisBSN, 2013)

Pasal 23.3.3).



Gambar Contoh Sengkang Tertutup Yang Dipasang Bertumpuk

15 Persyaratan Kuat Geser

1. Gaya Rencana

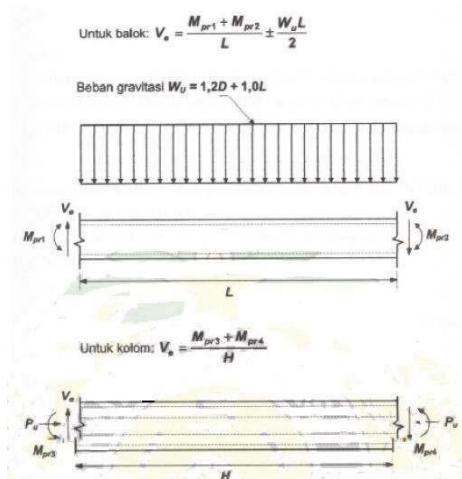
Gaya geser rencana V_e harus ditentukan dari peninjauan gaya statik pada bagian komponen struktur antara dua muka tumpuan. Momen-momen dengan tanda berlawanan sehubungan dengan kuat lentur maksimum, M_{pr} , harus dianggap bekerja pada muka- muka tumpuan, dan komponen struktur

tersebut dibebani dengan beban gravitasi terfaktor disepanjang bentangnya (Setiawan, n.d.).

16 Tulangan Transversal

Tulangan transversal sepanjang daerah yang ditentukan harus dirancang untuk memikul geser gempa dengan menganggap $V_c = 0$, bila:

- Gaya geser akibat gempa yang dihitung sesuai dengan gaya rencana mewakili setengah atau lebih daripada kuat geser perlu maksimum di sepanjang daerah tersebut,
- Gaya aksial tekan terfaktor, termasuk akibat gempa, lebih kecil dari $Agf_c/20$,



Gambar perencanaan Geser Untuk Balok Kolom.

17 METODE

Data yang ditentukan untuk perencanaan gedung adalah sebagai berikut:

- Gedung yang direncanakan adalah gedung Auditorium dengan 2 lantai menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen menengah (SRPMM) di Kediri.
- Tebal plat tribun menggunakan 12 cm
- Tebal plat panggung menggunakan 12 cm
- Mutu beton $f'_c = 25$ Mpa, baja tulangan $f_y = 350$ Mpa dan $f_{yt} = 300$ Mpa.
- Berat beton $\gamma_c = 24$ kN/m³
- Dimensi Awal balok dan kolom sebagai berikut:
 - Dimensi balok induk 20/50 cm
 - Dimensi balok induk 20/40 cm
 - Dimensi balok anak 15/40 cm

Dimensi balok dan kolom yang sudah disebutkan yaitu dimensi rencana awal dan sudah di uji dengan program bantu SAP 2000.

18 Program bantu Perencana

Program yang digunakan yaitu:

- Program bantu SAP 2000v.14

SAP digunakan untuk menghitung analisa struktur pada perencanaan.

- Diagram Desain Kolom

Kini diagram digunakan untuk menghitung luas tulangan longitudinal kolom.

- AutoCad

Program bantu ini digunakan dalam pendesainan struktur gedung.

- Microsoft Office Word

Program ini adalah program dari Komputer yang digunakan untuk membuat laporan atau penulisan.

- Microsoft Office Excel

Program ini untuk membuat tabel dan alat bantu perhitungan.

19 Tahapan Perencanaan

Pada perencanaan kali ini dilaksanakan 3 tahap pengumpulan data sebagai berikut:

- Pengumpulan data

Tahap pertama, yang dilakukan yaitu pengumpulan data yang didapatkan dari Yayasan Perjuangan Wahidiyah di Departemen Perlengkapan Wahidiyah.

- Perencanaan struktur

Dilakukan tahapan menentukan dimensi awal pada struktur gedung Auditorium Universitas Wahidiyah yang mulai dimasukkan pembebanan yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Selanjutnya dilakukan pengontrolan menggunakan program bantu SAP 2000 untuk mensimulasikan rekaksi beban – beban yang sudah dimasukkan.

3). Desain Struktur

Pada tahap terakhir dilakukan penggambaran pendetailan struktur menggunakan program bantu AutoCad.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan tulangan longitudinal dan tulangan geser penulis bisa melihat langsung momen dari hasil analisa struktur menggunakan program bantu SAP 2000. Dan yang perlu dilihat hasilnya dari SAP yaitu momen perlu ($M_u(+)$) dan ($M_u(-)$) dan gaya geser perlu (V_u) terbesar terbesar yang bekerja pada balok. Dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

- Balok induk yang pertama menggunakan dimensi 20/50 cm menggunakan tulangan D14 dengan tulangan geser (sengkang) $\emptyset 8$.
- Balok dengan dimensi 20/40 cm menggunakan tulangan D12 dengan tulangan geser (sengkang) $\emptyset 8$.
- Balok dengan dimensi 15/40 cm menggunakan tulangan D8 dengan tulangan geser (sengkang) $\emptyset 6$.

20 Perencanaan Kolom

Pada tulangan kolom yang diperhitungkan terhadap gaya aksial dan momen (P_u dan M_u) pada ujung atas maupun bawah berbagai macam kuat perlu yang bekerja pada kolom. Kini penulis menggunakan 2 jenis kolom yaitu kolom portal biasa dan spiral, mendapatkan hasil sebagai berikut:

- Pada kolom portal penulis menggunakan dimensi 40/40 cm dengan tulangan longitudinal D22 dengan tulangan geser (sengkang) $\emptyset 8$.
- Kolom spiral menggunakan dimensi diameter 50 cm dengan tulangan longitudinal D19 dengan tulangan geser (sengkang) $\emptyset 8$.

Kolom spiral menggunakan dimensi diameter 30 cm, dengan menggunakan tulangan longitudinal D19 dengan tulangan geser (sengkang) $\emptyset 8$.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil perhitungan struktur gedung Auditorium Universitas Wahidiyah Kediri Jawa Timur menggunakan

Sistem rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Perencanaan struktur balok induk menggunakan 3 dimensi sebagai berikut:
 - Balok induk menggunakan dimensi 20/50 dengan tulangan D14 dengan tulangan geser $\emptyset 8$.
 - Balok dimensi 20/40 menggunakan tulangan D12 dengan tulangan geser $\emptyset 8$.
 - Balok dimensi 15/40 dengan tulangan D8 dengan tulangan geser $\emptyset 6$.
- Perencanaan Struktur Kolom menggunakan 2 jenis kolom yaitu kolom portal dan spiral dengan hasil sebagai berikut:
 - kolom portal dimensi 40/40 cm menggunakan tulangan pokok D22 dengan tulangan geser $\emptyset 8$.
 - kolom spiral diameter 50 cm menggunakan tulangan D19 dengan tulangan geser $\emptyset 8$.
 - Kolom spiral diameter 30 cm menggunakan tulangan D19 dengan tulangan geser $\emptyset 8$.

21 Saran

Dari perencanaan struktur yang perlu diperhatikan dalam merencanakan sebuah struktur bangunan adalah:

- Dalam merencanakan struktur gedung penulis harus mengacu pada SNI yang terbaru, sehingga dalam perencanaan struktur gedung bisa menyesuaikan dengan keadaan wilayah pada saat ini.
- Pada merencanakan dimensi balok dan kolom, penulis supaya teliti dalam merencanakan dimensi awal kolom dan balok, supaya struktur kolom dan balok bisa bekerja dengan optimal menahan beban aksial yang menekan pada balok dan kolom.

Jika perencanaan struktur menggunakan program bantu SAP 200, dalam memasukkan pembebanan supaya diperhatikan dengan teliti, supaya hasil *output* agar divalidasi secara konvensional dengan nilai tidak melebihi 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Harianto. (n.d.). *Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat tidak Beraturan dengan analisis Dinamik Menggunakan Metode analisis Respons Spektrum*.
- Amdhani Prihatmoko Wibowo. (2012). *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem*

Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah. 1–260.

- Arronir, M. R. (2012). *Perencanaan Alternatif Struktur Beton Bertulang Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang Berdasarkan SNI 1726 – 2012 M.*
- Asni Tandilino. (2018). *Kapasitas lentur balok Beton bertulang Sistem Rangka dengan varian Jarak Spasi.*
- Bertulang, B., & Srpm, M. (2015). *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember.*
- Chandra, Y. (2011). *Perilaku lentur balok beton bertulang komposit beton normal-beton non pasir tamping t. 1(1), 19–28.*
- Christiawan, I. (2011). *Perkuatan (Strengthening) Struktur Kolom dengan Metode Penambahan Tulangan. 16(3), 135–140.*
- D.J, M. S., & Windah, R. S. (2014). *Kuat Tekan Beton geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash). 2(6), 277–282.*
- Fajar Nugoho. (2014). *Baja Ringan Sebagai Salah Satu Alternatif Pengganti Kayu pada Struktur Rangka Kuda - Kuda. 16(2), 108–118.*
- Hanafi, M. B. (2015). *Progam studi teknik sipil fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta 2015.*
- Isneini, M. (n.d.). *Kerusakan dan perkuatan struktur beton bertulang. (1).*
- Latumeten, R. A. D., A, A. A., Santoso, H., & Muljati, I. (2013). *Perencanaan Struktur Rangka Atap Baja Canai Dingin. 1–8.*
- Lesmana, H. A., Yusuf, M., & Gatot setya Budi. (n.d.). *Perhitungan Struktur Beton bertulang Gedung Perkuliahan 7 Lantai Universitas tanjungpura Pontianak. 1–10.*