

Building Structure Analysis Case Study of Muhammadiyah Bima 2 Campus Building

B Erdiansyah Putra^{1*}, Indra Gunawan¹, Muh. Jamaludin¹, M Ikraman¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Bima, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

Email*: yhandecoz@gmail.com

Diterima: 1 November 2024; Disetujui: 12 Desember 2024; Dipublikasi: 29 Desember 2024

Abstract. *Structural design and modelling are an essential element of a building in order to produce a strong, stable and durable structure. Basically the structure is a continuum object that has infinite degrees of freedom so that it must be expressed as a model of many degrees of freedom. The purpose of this research is to analyse the structural performance of Building 2 of Muhammadiyah Bima University. The method used is by taking an analytical approach using structural modelling which includes selecting the type of structure used, determining the material and dimensions of structural elements, loading system on the structure (dead load, live load, earthquake load and others), structural analysis, checking the strength of the structure. The results of the analysis of the axial stress that occurs in the column is -1475.761 kN, the shear force generated by the beam and column is 72.430 kN and 62.080 kN respectively. The bending moments generated by the beams and columns are 63.0184 kN-m and 120.1879 kN-m respectively. The torsional moment generated by the beam was 9.5972 kN-m. The deflection that occurs in the beam and amounting to 2.085599 mm is smaller than the L/360 allowable limit. From the results of the structural analysis calculations that the dimensions of the beams, columns and plates are suitable for use in building construction structures.*

Keywords: *Structural Analysis, Structural Feasibility*

Abstrak. Perancangan dan pemodelan struktur merupakan unsur yang esensial pada suatu bangunan agar dapat menghasilkan struktur yang kuat, stabil, dan awet. Pada dasarnya struktur adalah benda kontinum yang memiliki derajat kebebasan tak terhingga sehingga harus dinyatakan sebagai model derajat kebebasan banyak. Tujuan Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja struktur Gedung 2 Universitas Muhammadiyah Bima. Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pendekatan secara analisis menggunakan pemodelan struktur yang meliputi pemilihan jenis struktur yang digunakan, penentuan material dan dimensi elemen struktur, sistem pembebanan pada struktur (beban mati, beban hidup, beban gempa dan lain-lain), analisis struktur, pengecekan kekuatan struktur. Hasil Analisis tegangan azial yang terjadi pada kolom sebesar -1475,761 kN, Gaya geser yang dihasilkan oleh balok dan kolom masing-masing sebesar 72,430 kN dan 62,080 kN. Momen lentur yang dihasilkan oleh balok dan kolom masing-masing sebesar 63,0184 kN-m dan 120,1879 kN-m. Momen torsi yang dihasilkan oleh balok sebesar 9,5972 kN-m. Lendutan yang terjadi pada balok dan sebesar 2,085599 mm lebih kecil dari L/360 batas yang diijinkan. Dari hasil perhitungan analisis struktur bahwa dimensi balok, kolom dan pelat layak digunakan untuk struktur konstruksi gedung.

Keywords: *Analisis Struktur, Kelayakan Struktur*

1 Pendahuluan

Perancangan dan pemodelan struktur merupakan unsur yang esensial pada suatu bangunan agar dapat menghasilkan struktur yang kuat, stabil, dan awet. Pada dasarnya struktur adalah benda kontinum yang memiliki derajat kebebasan tak terhingga sehingga harus dinyatakan sebagai model derajat kebebasan banyak. [1]. Sistem banyak derajat kebebasan adalah sebuah sistem yang mempunyai koordinat bebas untuk mengetahui kedudukan massa lebih dari dua buah [2]. Suatu struktur disebut cukup kuat dan mampu-layan bila kemungkinan terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan kemampuan layan selama masa hidup yang direncanakan adalah kecil dan dalam batas yang dapat diterima [3] Penurunan daya layan struktur bangunan yang terlalu ekstrim sangat membahayakan struktur bangunan, terutama bagi pengguna yang berada dalam bangunan tersebut ketika pembebanan yang ekstrim terjadi [1].

Dalam perancangan struktur suatu gedung bertingkat tinggi, Keamanan merupakan faktor utama yang harus diperhatikan [4]. Keamanan struktur mencakup penanganan beban-beban yang mungkin saja terjadi secara tiba-tiba, seperti gempa bumi ataupun angin kencang. Maka dari itu diperlukan analisis struktur yang komperhensif untuk memastikan kekuatan, stabilitas dan kinerja bangunan sepanjang masa pakainya. Gedung merupakan salah satu konstruksi bangunan yang sering digunakan dalam penelitian. Banyak hal yang dapat diteliti dari gedung [6]. Struktur gedung didesain menggunakan beton bertulang dengan material beton yang memiliki kuat tekan yang tinggi dan material baja tulangan yang memiliki kuat tarik. Sehingga gabungan dua material ini dapat menahan tarik dan tekan secara bersamaan. Dalam hal ini, perhitungan struktur beton bertulang mangacu pada SNI 2847- 2013, perhitungan ketahanan gempa untuk struktur gedung mangacu pada SNI 1726- 2012, dan pedoman perencanaan pembebanan gedung mengacu pada SNI 1727-2013 [7]. Salah satu persyaratan dalam suatu elemen struktur beton bertulang adalah adanya lekatan antara baja tulangan dan beton, sehingga ketika pada struktur beton tersebut diberikan beban tidak akan terjadi slip antara baja tulangan dan beton [8]

Analisis struktur adalah suatu proses dimana engineer menentukan respons suatu struktur terhadap suatu pembebanan [5]. Pembebanan tersebut meliputi beban-gravitasi (misalnya berat sendiri bangunan dan beban interioir), beban angin, beban gempa bumi, beban hidup (seperti manusia dan peralatan), dan beban lainnya yang mungkin berubah-ubah atau bersifat dinamis. Analisis terhadap gaya-gaya dalam struktur diperlukan untuk memperkirakan reaksi yang akan ditimbulkan apabila suatu struktur bangunan

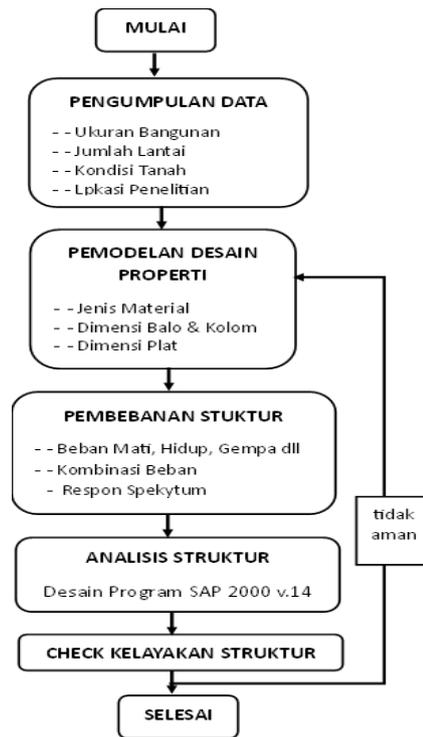


dikenai gaya tersebut [4]. Analisis pada pemodelan struktur gedung 2 Universitas Muhammadiyah Bima (UM) Bima ini, dilakukan menggunakan program SAP 2000. SAP 2000 merupakan program untuk perhitungan kekuatan struktur khususnya bangunan-bangunan bertingkat tinggi dan jembatan. Program ini sangat diminati oleh semua civil engineer karena sangat mudah dipelajari dan simpel digunakan. Sebelum adanya program SAP 2000 ini, para civil engineer sering menggunakan rumus analisis struktur yang membutuhkan waktu lama, setelah adanya program ini dapat mempercepat hasil dari analisis [9]. Proses perancangan struktur umumnya dikerjakan secara trial-and-error agar optimum. Jadi, tersedianya structural analysis program (SAP) komersil yang dapat melakukan keduanya secara sekaligus [3]. Kebanyakan di dunia kerja sekarang banyak yang memakai software SAP2000, karena lebih praktis, mudah, dan cepat dalam menganalisis struktur bangunan [10] Prinsip dari program ini adalah pemodelan struktur, eksekusi analisis, dan pemeriksaan [11].

Tujuan Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja struktur Gedung 2 Universitas Muhammadiyah Bima. Gedung ini merupakan salah satu bangunan pendidikan yang memiliki peranan penting dalam mendukung kegiatan akademik maupun non akademik dalam lingkungan universitas. Dalam perancangan dan pembangunan gedung ini, analisis struktur yang mendalam sangat diperlukan untuk memastikan kekuatan, kestabilan dan keselamatan bangunan. Oleh karena itu, pemodelan struktur seperti SAP2000 telah menjadi kebutuhan penting dalam perencanaan dan analisis bangunan modern

2 Metode Penelitian

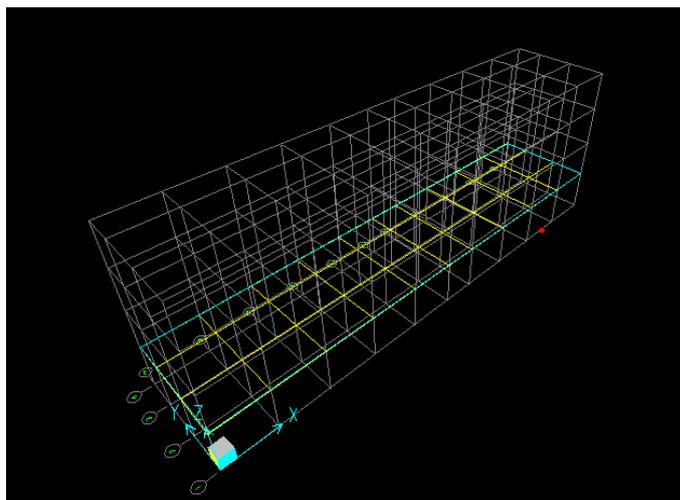
Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pendekatan secara analisis menggunakan pemodelan struktur yang meliputi pemilihan jenis struktur yang digunakan, penentuan material dan dimensi elemen struktur, sistem pembebanan pada struktur (beban mati, beban hidup, beban gempa dan lain-lain), analisis struktur, pengecekan kekuatan struktur dan perencanaan penulangan. Tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian ini berlangsung sampai dari awal penelitian sampai skripsi ini selesai, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

2.1 Pemodelan Struktur

Pemilihan model truktur ini dengan menggunakan Grid Only System, Pemodelan grid only dilakukan untuk membangun sistem koordinat dan referensi dimensi sebelum elemen-elemen struktural seperti balok, kolom, pelat, atau dinding geser ditambahkan. Langkah ini penting dilakukan untuk memastikan geometri struktur yang tepat sebelum pemodelan elemen-elemen struktural yang lebih kompleks.



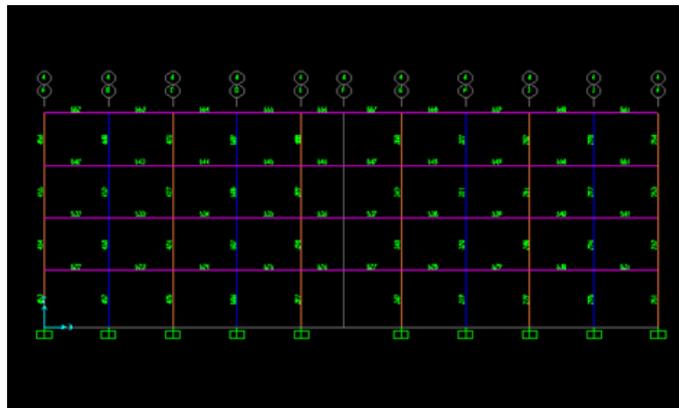
Gambar 2. Pemodelan dengan Grid Only System

2.2 Material

Penentuan material sangat penting karena properti material akan mempengaruhi perilaku dan kekuatan elemen struktur saat menerima beban. Kegunaan penentuan material yaitu untuk mendefinisikan sifat mekanis material seperti kekuatan, modulus elastisitas, berat jenis, dan lain-lain. Sifat ini akan digunakan dalam analisis struktur.

2.3 Dimensi Elemen Struktur/ Frame Properties.

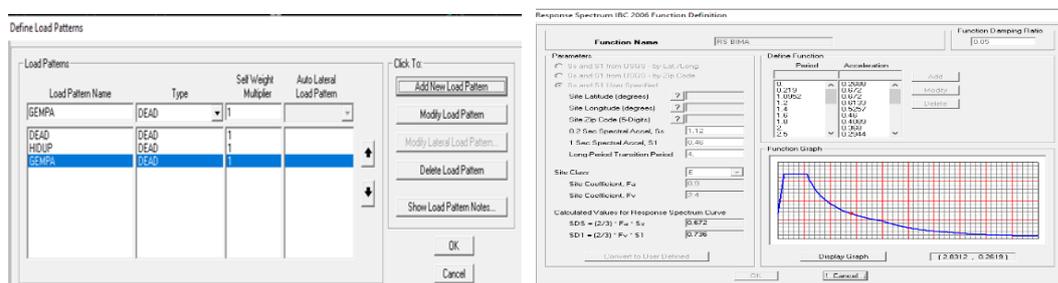
Dengan pemilihan dimensi elemen ini akan mempermudah desain balok, kolom dan pelat yang efisien dengan dimensi optimal untuk menahan beban yang direncanakan.



Gambar 4. Input Dimensi Elemen Striktur

2.4 Pembebanan Struktur

Pembebanan struktur menggunakan Load pattern untuk mengategorikan beban-beban berdasarkan jenis atau kategorinya, seperti beban mati, beban hidup, beban gempa, beban angin, dan lain-lain, kemudian mengkombinasikan beban-beban yang akan diaplikasikan pada model struktur



Gambar 5. Pembebanan dan Respon Spektrum Beban Dinamis Gempa

Respon spectrum sangat penting dalam perencanaan dan analisis struktur gedung tahan gempa, karena memungkinkan pengguna untuk memperhitungkan beban gempa sesuai dengan karakteristik gempa setempat dan persyaratan peraturan yang berlaku.

Kombinasi Beban yang digunakan menurut pembebanan struktur yaitu :

1. 1,4 DL + 1,4 SD
2. 1,2 DL + 1,2 SD + 1,6 LL
3. $(1,2 + 0,2 Sds)DL + (1,2 + 0,2 Sds)SD + 0.5 LL \pm 1,0 EQ_x \pm 0,3 Eq_y$
4. $(1,2 + 0,2 Sds)DL + (1,2 + 0,2 Sds)SD + 0.5 LL \pm 1,0 EQ_y \pm 0,3 Eq_x$

2.5 Analisis Struktur

Analisis Struktur menggunakan *Structure Analysis Program (SAP 2000)* Berfungsi untuk melakukan analisis struktur setelah pemodelan dan penentuan beban selesai dilakukan. Run analysis merupakan langkah krusial untuk mendapatkan informasi perilaku dan respon struktur secara akurat, yang selanjutnya menjadi dasar untuk proses desain struktur yang andal dan aman.

3 Hasil dan Pembahasan

Data bangunan yang digunakan dalam pemodelan untuk perencanaan konstruksi gedung adalah sebagai berikut :

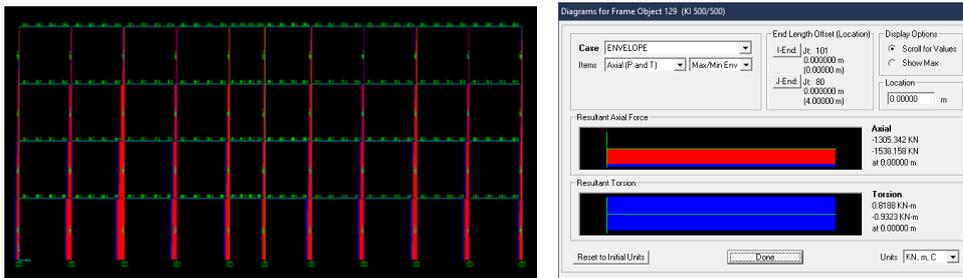
| | | | |
|----------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| Luas Bangunan | = 43 x 9.5 m ² | Lokasi Gedung | = Kota Bima |
| Tinggi Lantai 1 | = 4 m | Kelas Situs | = E (Tanah lunak) |
| Tinggi Lantai 2-4 | = 3.7 m | Kategori Resiko | = II |
| Mutu Beton | = K-300 | Faktor Keutamaan, i | = 1.0 |
| Mutu Baja Tul, Fys | = 295 MPa | Ss | = 1.12 |
| Mutu Baja Tul, Fyu | = 390 MPa | S1 | = 0.46 |
| Kolom Induk, KI | = 50/50 | Fa | = 1.01 |
| Kolom Anak, KA | = 40/40 | Fv | = 2.27 |
| Balok Induk, BI | = 45/30 | SMS = (Ss x Fa) | = 1.12 |
| Balok Anak, BA | = 35/25 | SM1 = (S1 x Fv) | = 1.05 |
| Tebal Plat Lantai | = 120 mm | SDS = 2/3 SMS | = 0.75 |
| Tebal Plat Atap | = 100 mm | SD1 = 2/3 SM1 | = 0.70 |
| <i>Seismic Design Data</i> | | KDS | = D |
| | | R (SRPMK) | = 8 |

Hasil analisis untuk gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak analisis struktur SAP2000 v-14, gaya-gaya dalam ini sangat berpengaruh pada struktur yang dirancang/designed seperti Gaya Axial (Axial Force),

Gaya Geser (Shear Force), Momen Lentur (Bending Moment), Momen Torsi (Torsional Moment), Lendutan (Deflection).

Gaya Axial (*Axial Force*)

Gaya axial adalah gaya yang bekerja sejajar dengan sumbu longitudinal elemen struktur, seperti gaya tarik atau tekan pada balok dan kolom. Gaya aksial yang terbesar terjadi kolom sedangkan pada balok sangat kecil sekali. Kolom yang menerima beban axial ini terjadi pada kolom 129 Gambar 6.

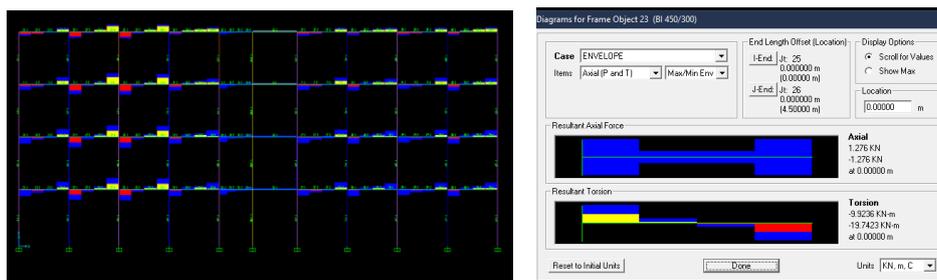


Gambar 6. Gaya Aksial Pada Frame

Dari Gambar 6. Gaya aksial yang diperoleh kolom sebesar $-1475,761$ kN dan balok adalah sebesar $-8,185 \cdot 10^{-13}$ kN

Momen Torsi (*Torsional Moment*).

Momen torsi adalah momen yang menyebabkan elemen struktur mengalami puntiran. elemen struktur yang seperti momen torsi yang pada balok 23 dan kolom 130 seperti terlihat pada Gambar 9. dan Gambar 10

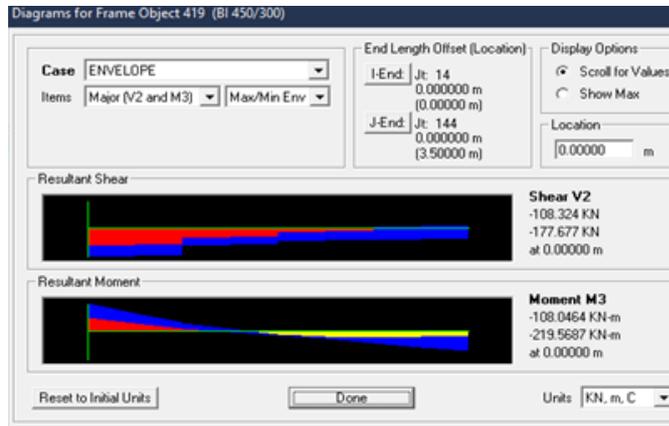


Gambar 7. Momen Torsi pada balok

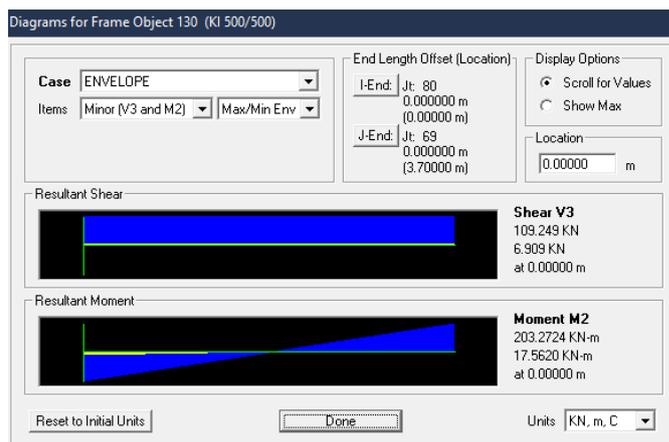
Berdasarkan Gambar 9. Dan Gambar 10. Momen torsi yang dihasilkan oleh balok 23 sebesar $9,5972$ kN-m

Gaya Geser (*Shear Force*)

Gaya geser adalah gaya yang bekerja melintang terhadap sumbu longitudinal elemen struktur, seperti gaya geser pada balok ataupun kolom. seperti Gaya geser pada balok 419 dan kolom 130 seperti terlihat pada Gambar 8. dan Gambar 9



Gambar 8. Gaya Geser balok 419



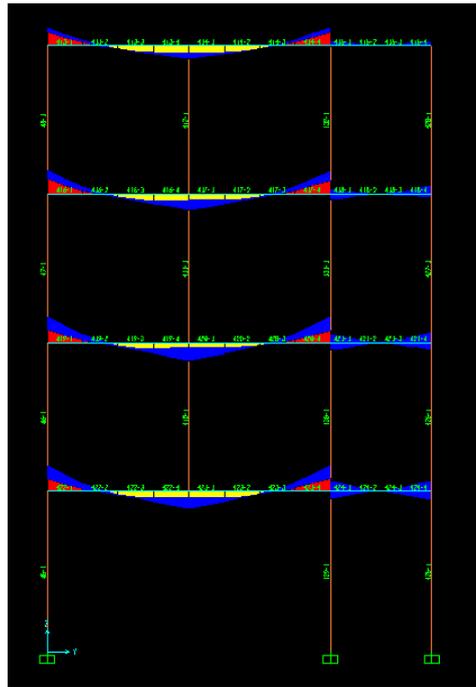
Gambar 9. Gaya Geser Kolom 130

Dari Gambar 8. Dan Gambar 9. Gaya geser yang dihasilkan oleh balok dan kolom masing-masing sebesar -177.677 kN dan 109.249 kN

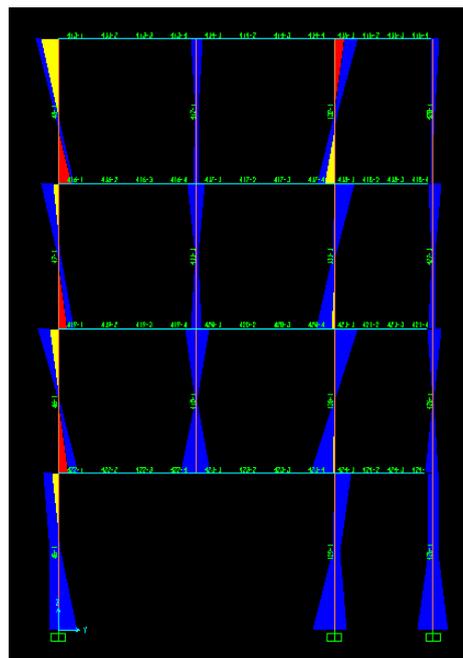
Momen Lentur (*Bending Moment*)

Momen lentur adalah momen yang menyebabkan elemen struktur mengalami lenturan, seperti momen lentur pada balok maupun kolom. seperti momen lentur pada balok 419 dan kolom 130 seperti terlihat pada Gambar 10. dan Gambar 11.

Dari Gambar 10. Dan Gambar 11. Gaya geser yang dihasilkan oleh balok dan kolom masing-masing sebesar -219.5687 kN-m dan 203.2724 kN-m



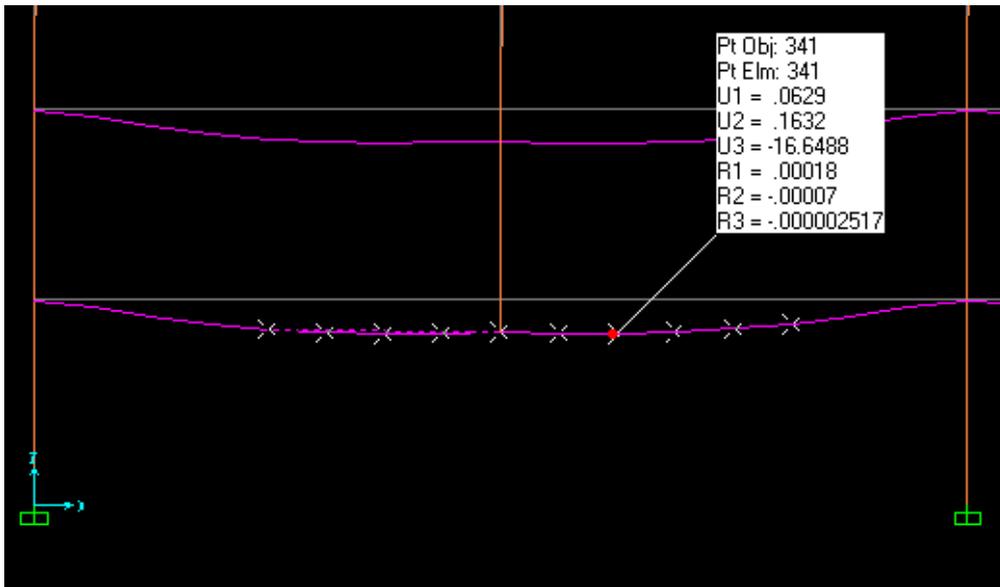
Gambar 10. Momen Lentur Balok (M.3-3)



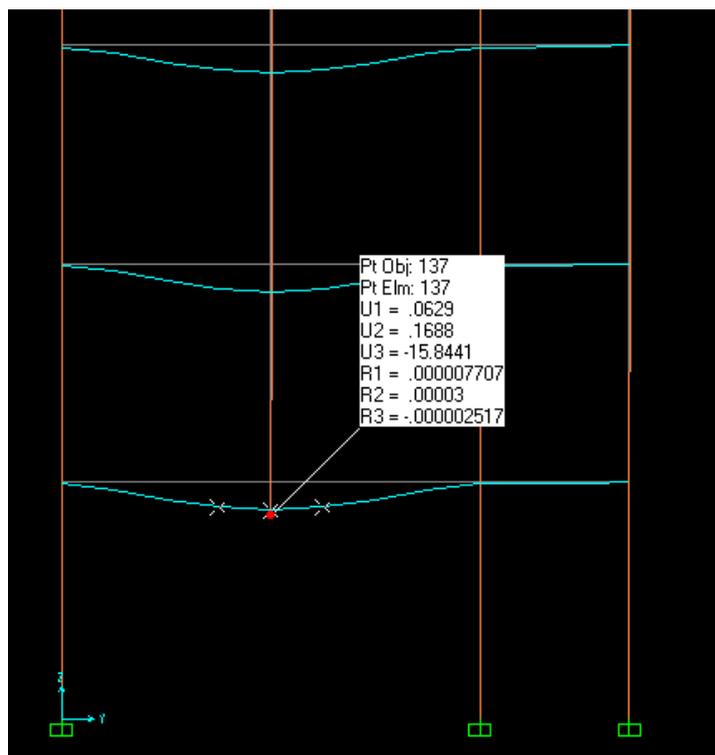
Gambar 11. Momen Lentur Kolom (M.2-2)

Lendutan (*Deflection*)

Lendutan (*Deflection*) adalah perubahan bentuk atau deformasi yang terjadi pada suatu struktur atau komponen akibat pembebanan atau gaya yang bekerja padanya. Kontrol lendutan merupakan aspek penting dalam perencanaan dan desain struktur, terutama untuk struktur yang mengalami beban signifikan atau memiliki persyaratan kinerja yang ketat



Gambar 12. Lendutan pada balok Arah x

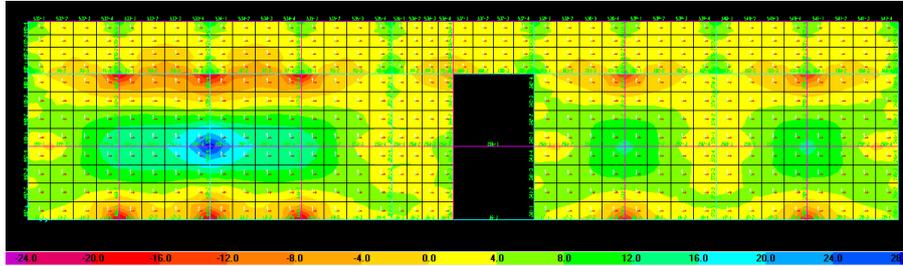


Gambar 13. Lendutan pada balok Arah y

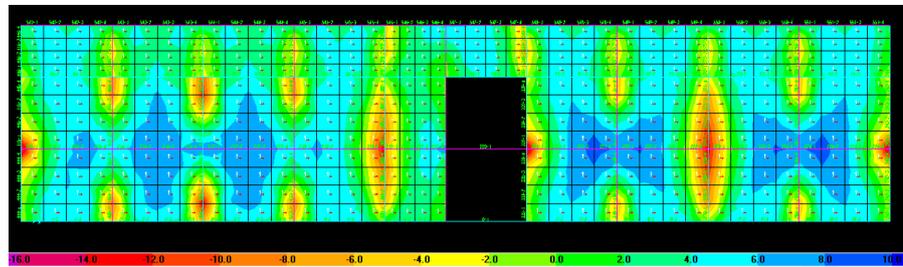
Dari Gambar 12. Dan Gambar 13. Lendutan terbesar yang dihasilkan oleh balok 191 arah-x dan balok 422 arah-y masing-masing sebesar 16.648 mm dan 15.8441 mm

Pelat (*Plate*)

Pelat lentur dua arah adalah pelat yang memikul beban dalam dua arah sumbu utama (sumbu x dan sumbu y) yang saling tegak lurus. Pelat ini biasanya digunakan untuk lantai bangunan, atap, atau jembatan.



Gambar 14. Pelat Lentur Arah Sumbu – Y (M.2-2)

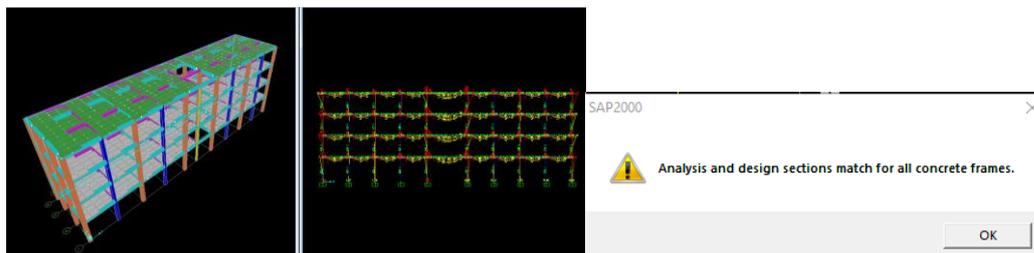


Gambar 15. Pelat Lentur Arah Sumbu – X (M.2-2)

Dari Gambar 14. Dan Gambar 15. Momen lentur yang dihasilkan oleh pelat lentur arah sumbu - x dan pelat lentur arah sumbu - y masing-masing sebesar 17,125 kN-m dan 17.074 kN-m

Verify Design Section

Verifikasi atau penegasan dilakukan agar dimensi penampang/area (section) yang digunakan dalam desain memenuhi persyaratan kekuatan dan persyaratan lainnya berdasarkan analisis yang telah dilaksanakan. Seperti terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Verify Design Section

Dari Gambar 16. Setelah dilakukan verifikasi semua elemen balok, kolom dan pelat (lantai dan atap) layak digunakan untuk struktur bangunan gedung..

4 Kesimpulan

Besaran gaya-gaya dalam tiap elemen struktur seperti balok, kolom dan pelat dipilih nilai gaya yang terbesar untuk acuan desain struktur gedung, karena kondisi pembebanan kritis setiap elemen struktur dapat mengalami beberapa kondisi pembebanan yang berbeda, seperti beban gravitasi, beban angin, atau beban gempa. Gaya terbesar biasanya terjadi pada kondisi pembebanan kritis, yang merupakan kondisi paling tidak menguntungkan bagi elemen struktur tersebut. Juga mencegah kegagalan struktur dengan menggunakan gaya terbesar sebagai acuan desain, kemungkinan terjadinya kegagalan struktur akibat beban yang melebihi kapasitas elemen struktur dapat diminimalkan.

Tegangan axial yang terjadi pada kolom sebesar -1538.158 kN, Gaya geser yang dihasilkan oleh balok dan kolom masing-masing sebesar -177.677 kN dan 109.249 kN. Momen lentur yang dihasilkan oleh balok dan kolom masing-masing sebesar 63.0184 kN-m dan 203.2724 kN-m. Momen torsi yang dihasilkan oleh balok sebesar -219.5687 kN-m. untuk gaya aksial balok dan momen torsi pada kolom memiliki nilai yang sangat kecil boleh diabaikan. Lendutan yang terjadi pada balok arah-x dan balok arah-y masing-masing sebesar lebih kecil dari lendutan ijin $L/360$. Keseluruhan semua elemen struktur balok, kilim dan pelat layak dipakai dan aman.

5 Daftar Pustaka

- [1] G. H. Kalalo et al., "PENGARUH EKSENTRISITAS PUSAT MASSA BANGUNAN BETON BERTULANG TERHADAP RESPONS STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA," Vol. 2, No. 6, Pp. 292–300, 2014.
- [2] C. C. Manubulu, M. Mooy, I. Sampaio, And S. Serra, "ANALISA RANGKA BATANG 2D MENGGUNAKAN METODE MATRIKS KEKAKUAN STRUKTUR DAN SAP 2000," Vol. 1, No. 2, Pp. 11–19, 2022.
- [3] F. Adi Susetyo Dermawan 1) And Dan D. Y. 1), "ANALISIS STRUKTUR PORTAL GUDANG KARET MENGGUNAKAN SAP 2000," Vol. 03, Pp. 1–7, 2015.
- [4] A. Perhitungan And B. Dengan, "(Journal Of Civil Engineering, Building And Transportation)," Vol. 2, No. 1, Pp. 28–33, 2018.
- [5] L. M. P. K. 1, R. T. . Sinurat, 2, And P. Tobing3, "Analisa Struktur Dan Metode Pelaksanaan Kolom Dan Balok Pada Pembangunan Gedung Apd Pln Medan," No. 1, Pp. 6–14, 2021.
- [6] F. Firdausa And A. Hasan, "PREDIKSI DAN ANALISIS BERAT GEDUNG DENGAN STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM 2000 (SAP 2000) DAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK," Vol. 5, No. Sap 2000, Pp. 1–10, 2020.
- [7] A. Bill Antoni , "UNIVERSITAS TANJUNGPURA Abstrak," Pp. 1–5, 2013.
- [8] Y. A. Pranata And L. Elvira, "ANALISIS KEGAGALAN STRUKTUR BANGUNAN," Vol. 12, No. 3, Pp. 161–172, 2013.



- [9] R. A. P. Silitonga, P. H. Simatupang, And Y. A. Messah, “STUDI PENGARUH TANGGA PADA PEMODELAN STRUKTUR,” Vol. 12, No. 1, Pp. 45–58, 2023.
- [10] R. S. Putra, A. Ridwan, S. Winarto, And A. I. Candra, “STUDY PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG GUEST HOUSE 6 LANTAI DI KOTA KEDIRI,” Vol. 3, No. 1, Pp. 35–44, 2020.
- [11] J. Hilirisasi, T. Pengabdian, R. D. Pangesti, D. Isnubroto, F. Praharseno, and J. Mahbub, “PENINGKATAN KEAHLIAN PROGRAM SOFTWARE SAP2000,” vol. 2, no. 2, pp. 93–99, 2021.