

ANALISA STRUKTUR GEDUNG PERKULIAHAN AKIBAT PENAMBAHAN SATU LANTAI TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI

Mokhammad Faisal Ramli¹⁾, Diah Sarasanty²⁾ Erna Tri Asmorowati³⁾

Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Majapahit

E-mail: ¹mohkfaisalr10@gmail.com, ²diahsarasanty@unim.ac.id, ³asmoro1221@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menggunakan pendekatan riset kuantitatif yang sistematis dan terstruktur dalam merancang penelitian yang melibatkan perubahan desain pada bangunan berlantai dua dengan penambahan satu lantai di atasnya. Model ini diimplementasikan menggunakan SAP2000. Gedung yang diteliti memiliki denah berukuran 70,4m × 21,25m dengan pondasi batu kali dan tanah urug sekitar ±80 cm dari lantai. Setelah melakukan perhitungan beban pada struktur termasuk beban tambahan dari satu lantai, serta menggunakan program SAP2000, didapatkan berat total gedung sebesar 78.824,8 ton. Namun, hasil pengujian terhadap kontrol pondasi menunjukkan bahwa pondasi yang ada tidak memenuhi kriteria keamanan dengan perbandingan beban terhadap daya dukung yang tidak sesuai. Daya dukung tanah diukur dengan tes lapangan CPT dengan hasil daya dukung terendah pada titik S2 adalah 17,71 ton dengan diameter 40 cm. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan pondasi bore pile dengan dimensi 40 cm pada setiap titik dan jarak antar tiang kelompok sebesar 250 cm. Jumlah tiang yang direncanakan adalah 258 tiang berdasarkan perhitungan 3 kali jumlah kolom. Dengan berat keseluruhan gedung sebesar 78.824,8 ton, pondasi bore pile dianggap mampu menopang beban tersebut. Pentingnya analisis dan perhitungan yang cermat dalam merencanakan struktur bangunan yang aman dan sesuai standar, dan kebutuhan untuk mengadaptasi pondasi yang tepat agar mampu menahan beban yang bertambah.

Kata Kunci : Analisa Struktur, Struktur Gedung, Konstruksi Gedung

Pendahuluan

Proyek pembangunan merupakan suatu kegiatan sementara dengan batas waktu tertentu untuk menghasilkan produk yang telah direncanakan sebelumnya. Biasanya, proyek pembangunan telah direncanakan mulai dari awal hingga selesainya seluruh kegiatan proyek. Salah satu masalah yang sering muncul dalam proses pembangunan gedung bertingkat adalah terkait desain bangunan yang harus memiliki kemampuan untuk menahan semua beban, baik yang berasal dari gedung itu sendiri maupun dari gaya atau beban eksternal seperti beban mati, beban angin, dan beban lainnya yang mempengaruhi kekuatan bangunan. [1] Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikan perencanaan bangunan agar memenuhi standar keamanan struktur yang telah ditetapkan. [2]

Dilakukan perubahan desain konstruksi pada gedung bertingkat ini untuk mengatasi permasalahan meningkatnya jumlah pengguna di dalamnya. Sebagai solusi, ditambahkan dua lantai baru di atas gedung yang awalnya hanya berlantai dua. Proses perubahan desain tersebut dipodelkan menggunakan SAP2000. [3]

Bangunan ini memiliki denah berukuran 70,4 m × 18,25 m dengan pondasi menggunakan pondasi batu kali, dan urugan tanah berada sekitar ±80 cm dari lantai. Pondasi ini telah menopang beban dari dua lantai di atasnya, dan akan ditambahkan dua lantai lagi. Setelah penambahan dua lantai tersebut, dilakukan analisis pada struktur bangunan untuk mengevaluasi kinerja beban yang paling maksimal dengan memasukkan data beban dan gaya. Konfigurasi struktur juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi kemampuan elemen-elemen bangunan dalam menangani beban. Diharapkan bahwa perubahan desain akan membuat struktur bangunan menjadi lebih baik sehingga dapat menghindari kerusakan akibat beban yang bekerja pada gedung tersebut. [4]

Analisis kinerja struktur pada bangunan bertingkat tidak dapat dipisahkan dari pengaruh gaya gempa. Pengaruh gaya gempa akan berbeda tergantung apakah bangunan tersebut beraturan atau tidak beraturan. [1] Meskipun intensitas pembebanan sama, kinerja yang dihasilkan antara bangunan beraturan dan tidak beraturan akan berbeda. Dalam perencanaan struktur tahan gempa sesuai dengan SNI 1726:2019 Struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen pondasi harus didesain sedemikian rupa sehingga memiliki kekuatan yang setara atau bahkan melebihi pengaruh beban-beban yang sudah terfaktor dengan kombinasi-kombinasi tertentu seperti yang dijelaskan di bawah. Penting juga untuk meninjau pengaruh dari beban yang tidak bekerja. Pengaruh paling dominan dari beban-beban angin dan seismik harus diperhatikan, namun kedua beban ini tidak harus dinilai secara bersamaan. Untuk informasi lebih lanjut mengenai pengaruh beban gempa E. [5]

Studi Pustaka

Sebagai panduan dalam merencanakan struktur dan melakukan evaluasi, digunakan acuan dari SNI 2847:2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasannya. Dalam perencanaan dan perhitungan struktur, upaya maksimal dilakukan untuk sesuai dengan data yang ada pada bangunan gedung yang bersangkutan. Selain itu, dimensi balok dan kolom yang direncanakan diusahakan untuk disamakan atau setidaknya memiliki perbedaan minimal dengan balok dan kolom yang sudah ada sebelumnya. [6]

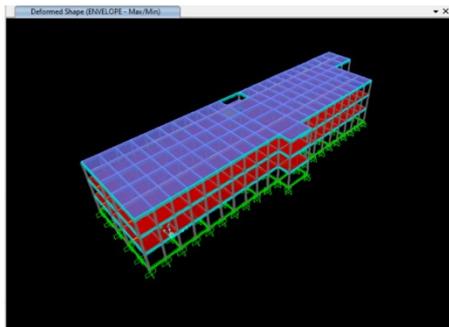
Dalam menghitung struktur bangunan perlu diperhatikannya aturan – aturan agar bangunan tersebut dapat sesuai dengan ada yang ada pada aturan itu. Peraturan terkait yang dimaksud adalah sebagai berikut :

- a. SNI 03 2847 2013 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. [7]
- b. SNI 03 1726 2012 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung Dan Non Gedung. [8]
- c. SNI 03 1727 2013 Tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur. [9]
- d. Desain Beton Bertulangan Oleh CHU-KIA WANG G. SALMON. [9]
- e. PPIUG Tentang Berat Bahan Bahan – Bangunan. [10]

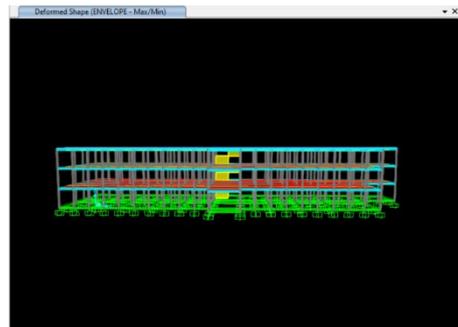
Metodologi Penelitian

Hasil dan Pembahasan

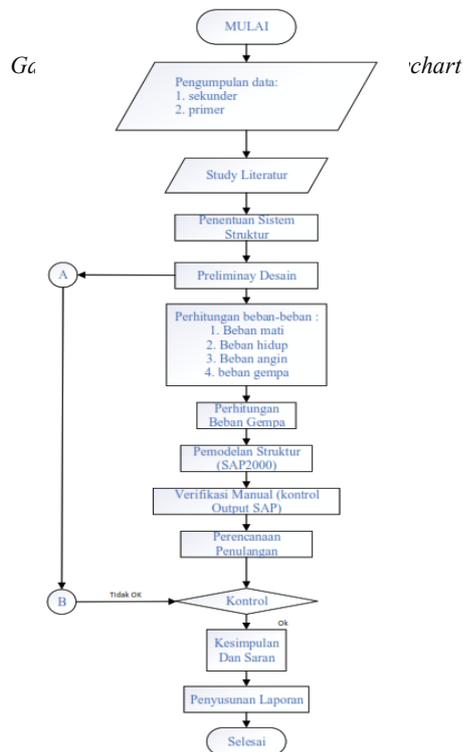
Setelah dilakukan beberapa perhitungan dari berbagai struktur dan pemodelan pada SAP 2000 Gedung tersebut maka dilanjutkan dengan perhitungan beban bangunan, dengan uraian sebagai berikut :



Gambar 2 Pemodelan Struktur SAP 2000



Gambar 3 Pemodelan Struktur SAP 2000



BERAT TOTAL BANGUNAN

$W1 = \frac{1}{2}$ berat bangunan tingkat I + $\frac{1}{2}$ berat bangunan tingkat II

Berat kolom 30/43 LT I = $\frac{1}{2} \times (0,288 \text{ t/m}) \times 4 \text{ m} \times 12 \text{ bh} = 6,912 \text{ ton}$

Berat kolom 30/43 LT II = $\frac{1}{2} \times (0,288 \text{ t/m}) \times 3,5 \text{ m} \times 12 \text{ bh} = 6,048 \text{ ton}$

Berat balok 30/55 = $0,396 \text{ t/m} \times 25.291,4 = 10.015,4 \text{ ton}$

Berat balok 30/45 = 0,324 t/m x 13.340	= 4.322,2 ton
Berat dinding LT I = ½ (0,8625 t/m) x 7.008,7	= 6.045,1 ton
Berat dinding LT II = ½ (0,8625 t/m) x 28.035	= 12.090,1 ton
Berat dinding LT II = ½ (0,8625 t/m) x 28.035	= 12.090,1 ton
Berat tangga (DL) = 12,46 ton x 3 unit/lantai	= 37,38 ton
Berat tangga (LL) = 0,479 ton x 3 unit/lantai	= 1,437 ton
Berat plat lantai (DL) = 0,360 t/m ² x 1.198,125 m ²	= 431,325 ton
Berat plat lantai (LL) = 0,479 t/m ² x 1.198,125 m ²	= 573,9 ton
Berat Lain – lain	= 2 ton +
Total	= 45.621,902 ton.

W2 = ½ Berat bangunan tingkat II + berat bangunan tingkat III

berat kolom 30/30 LT III = 0,3096 t/m x 2 m x 88 bh	= 54,5 ton
Berat kolom 30/30 LT II = (0,3096 t/m) x 4,63 m x 88 bh	= 126,1 ton
Berat balok 30/55 = 0,396 t/m x 25.291,4	= 10.015,4 ton
Berat balok 30/45 = 0,324 t/m x 13.340	= 4.322,2 ton
Berat dinding LT III = ½ (0,8625 t/m) x 7.008,7	= 6.045,1 ton
Berat dinding LT II = ½ (0,8625 t/m) x 28.035	= 12.090,1 ton
berat plat atap (DL) = 0,357 t/m ² x 1.198,125 m ²	= 427,7 ton
berat plat atap (LL) = 0,100 t/m ² x 1.198,125 m ²	= 119,8 ton
Berat Lain - lain	= 2 ton +
Total	= 33.202,9 ton.

Berat Total Bangunan = W1 + W2
= 45.621,902 + 33.202,9
= 78.824,8 ton.

Perhitungan Daya Dukung Pondasi

Data sondir yang digunakan pada perhitungan ini adalah sondir CPT titik S1 dikarenakan memiliki daya dukung tertinggi dari kedua titik sondir yang dilakukan. Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 P_u &= 78.824,8 \text{ ton} \\
 JHP &= 56 \text{ kg/cm} \\
 q_c &= 71,2 \text{ kg/cm}^2 \\
 A_p &= \frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (40 \text{ cm})^2 = 1.256 \text{ cm}^2 \\
 K_{ll} &= \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm} \\
 Q_u &= (q_c \times A_p) + (JHP \times K_{ll}) \\
 &= (71,2 \text{ kg/cm}^2 \times 1.256 \text{ cm}^2) + (56 \text{ kg/cm} \times 125,6 \text{ cm}) \\
 &= 96.460,8 \text{ kg} \\
 &= 96,4608 \text{ ton} \\
 Q_a &= \frac{71,2 \text{ kg/cm}^2 \times 1.256 \text{ cm}^2}{3} + \frac{56 \text{ kg/cm} \times 126,6 \text{ cm}}{5} \\
 &= 31.226,9 \text{ kg} \\
 &= 31,2269 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Jumlah tiang yang dibutuhkan

$$n = \frac{p}{Q_a} = \frac{78.824,8}{31,2269}$$

$n = 2.524,3 = 3 \text{ buah tiang bore pile(untuk keamanan)}$

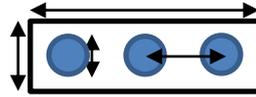
Jarak bore pile ketepi pile cap (poer) adalah tidak kurang dari $\frac{1}{2}$ keliling penampang pondasi.

Diambil :

1). Jarak antar tiang

$$s = (2,5-3) D \quad \text{ambil } s = 5 \cdot D \\ = 5 \times 0,5 = 2,5 \text{ m} / 2500 \text{ mm}$$

Sehingga susunan tiang menjadi :



Gambar 4 susunan tiang bor pile

Dimensi pile cap :

Panjang: 600 cm

Lebar : 100 cm

Tebal : 75 cm

Berat pile cap ($W_{pile\ cap}$) = $6 \times 1 \times 0,75 \times 2,4 = 10,8 \text{ ton} < 15 \text{ ton (OK)}$

Efisiensi grups tiang :

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90 \text{ mm}} \\ = 1 - 11,31^\circ \times \frac{(3-1) \times 1 + (1-1) \times 3}{90 \times 1 \times 3} \\ = 0,92 \\ = 92\%$$

Distribusi gaya yang bekerja pada tiap kelompok tiang :

$$Pug = pu \times n \times Eg \\ = 78.824,8 \times 3 \times 0,92 \\ = 217.556,4 \\ V_{tot} = 78.824,8 + 10,8 \\ = 78.834,8 \text{ ton}$$

$$P_i = \frac{V}{n} \pm \frac{My}{\sum m^2} m_i - \frac{My}{\sum n^2} n_i \leq Q_{all} \\ P_{max} = \frac{V}{n} \pm \frac{My}{\sum m^2} m_i - \frac{My}{\sum n^2} n_i \leq Q_{all} \\ = \frac{78.834,8}{3} \pm \frac{98,5}{2 \times 1 \times 1,25^2} 1,25 - \frac{25,6}{1 \times 0 \times 0^2} 0 \leq 0 \\ = 97,89 < 112,432 \text{ t (OK)}$$

Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang didapat berdasarkan keseluruhan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini .

Setelah dilakukan perhitungan beban pada struktur Gedung tersebut, yang mana langsung dari data existing ditambahkan dengan beban 1 lantai di atasnya dan dihitung secara manual dan dengan program bantu Sap 2000, maka disrencanakan sebuah pondasi baru dengan jenis *bore pile*.

Dengan hasil kontrol pondasi terhadap beban bangunan diatas :

Maka sudah dipastikan bahwa pondasi dangkal menerus atau batu kali tidak mampu menahan beban Gedung yang setelah ditambahkan 1 lantai lagi di atasnya.

1. Pada perencanaan dimensi *bore pile* didapatkan dengan nilai yang sama pada tiap titiknya yaitu empat puluh centimeter.
2. Karena kesamaan dimensi *bore pile* tersebut, maka jarak antar tiang (*s*) kelompok sama ditiap titiknya dua setengah meter.
3. Dengan beban keseluruhan dari Gedung dengan nilai sekian mampu ditumpu oleh pondasi dengan jenis *bore pile*.

Daftar Pustaka

- [1] D. Sarasanty and Z. Arifin, “Respons Spectrum Analysis Struktur Bangunan Tingkat Tinggi (Studi Kasus: Bangunan Rumah Susun Stasiun Tanjung Barat Di Jakarta),” *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, p. 140, 2022, doi: 10.31602/jk.v5i1.7396.
- [2] H. Subagio, Krisnamurti, and Paksitya Purnama Putra, “Evaluasi Penambahan Jumlah Lantai Pada Gedung Perkuliahan Fakultas Teknik Universitas Jember,” *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.22225/pd.10.1.1965.1-12.
- [3] C. V Saruni, S. O. Dapas, and H. Manalip, “Evaluasi dan analisis perkuatan bangunan yang bertambah jumlah tingkatnya,” *Sipil Statik*, vol. 5, no. 9, pp. 591–602, 2017.
- [4] R. A. F. Gita. Z. P1, M Thariq. R2, “EVALUASI PENGARUH KONFIGURASI GEOMETRI STRUKTUR TERHADAP RESPON BEBAN GEMPA,” vol. 3, no. 2, pp. 81–87, 2021.
- [5] A. P. Usman, Rosidawani, and Sri Palta Mutmainna, “Analisis Respons dan Kinerja Struktur Bangunan Gedung Menggunakan Pushover Analysis,” *J. Sainitis*, vol. 21, no. 02, pp. 87–96, 2021, doi: 10.25299/sainitis.2021.vol21(02).7585.
- [6] A. G. Arifah and M. R. Akbar, “Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Fakultas Teknik Di Malang Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah,” p. 682, 2017, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/291464075.pdf>
- [7] SNI 2847:2013, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013,” *Badan Standardisasi Nas.*, p. 265, 2013.
- [8] Y. M. Madra, “Encircling the real,” *Rethink. Marx.*, vol. 15, no. 3, pp. 316–325, 2003, doi: 10.1080/0893569032000131613.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain,” *Sni 1727-2013*, p. 196, 2013, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [10] B. Robert and E. B. Brown, “RANGKUMAN PERATURAN PEMBEBANAN INDONESIA UNTUK GEDUNG - 1983,” no. 1, pp. 1–14, 2004.