

PERBANDINGAN NILAI STRUKTUR TANGGA KONVENSIONAL DENGAN TANGGA MELAYANG PADA BANGUNAN BERTINGKAT

M. Afif Musyaddad¹, Berkat Cipta Zega².

¹D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email : mafif.19067@mhs.unesa.ac.id

²D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email : berkatzega@unesa.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan tangga melayang ditingkat internasional lebih banyak dibandingkan pada tingkat nasional, dikarenakan kurangnya pengetahuan tentang tangga melayang yang dimiliki para arsitek dan kontraktor ditingkat nasional. Tangga melayang juga masih belum banyak digunakan dan lebih banyak digunakan hanya untuk menampilkan estetika bangunan. Maka diperlukan penelitian lebih lanjut apabila diaplikasikan dalam konstruksi bangunan bertingkat 5 lantai. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dengan melakukan pemodelan menggunakan software SAP2000 yang akan menghasilkan nilai kekuatan struktur bangunan. Dimana struktur utama merupakan sistem rangka terbuka dan dimodelkan sebagai 3D-space frame. Dalam mengaplikasikannya guna mendapatkan kapasitas kekuatan struktur elemen kolom yang ditinjau ketika dibebani secara biaksial, maka struktur elemen kolom akan dimodelkan ke dalam bentuk bangunan bertingkat 5 lantai. Didapat dari pemodelan yang sudah dianalisis, untuk gedung dengan tangga melayang, memiliki peran sangat baik karena membantu untuk menahan beban mati, beban hidup, maupun beban gempa, yang dapat dilihat dari nilai **displacement** dan **drift ratio** yang sudah dianalisis, sehingga dapat dipertimbangkan untuk pembuatan bangunan gedung.

Kata kunci : Displacement, SAP2000, Tangga Melayang.

ABSTRACT

The use of floating stairs at the international level is more than at the national level, due to the lack of knowledge about floating stairs owned by architects and contractors at the national level. Floating stairs are also still not widely used and are mostly used only to display the aesthetics of the building. So further research is needed when it is applied in the construction of a 5-storey multi-storey building. The research method used in this research is modeling using SAP2000 software which will produce a value for the strength of the building structure. Where the main structure is an open frame system and modeled as a 3D-space frame. In applying it to obtain the structural strength capacity of the column elements under review when loaded biaxially, the column element structures will be modeled in the form of a 5-storey multi-storey building. Obtained from the modeling that has been analyzed, for buildings with floating stairs, they have a very good role because they help to withstand dead loads, live loads, and earthquake loads, which can be seen from the displacement and drift ratio values that have been analyzed, so that they can be considered for building construction. building.

Keywords : Displacement, SAP2000, Floating Stairs.

PENDAHULUAN.

Tangga melayang memiliki penampilan menarik yang melekat diantara berbagai bentuk tangga dari sudut pandang arsitektur dan fungsional. Untuk alasan ini tangga melayang banyak digunakan pada bangunan penting seperti tempat tinggal. (Jehamat, 2015). Dorongan untuk menguasai keterampilan memiliki hidup yang lebih baik dan menarik saat ini juga meluas dibidang teknik, terutama dibidang teknik sipil. Selama bertahun-tahun, para insinyur dan arsitek telah berusaha meningkatkan pencapaian mereka sampai level komponen struktural yang paling menarik dan efisien, dan jumlah tersebut salah satu komponen struktural yang disebutkan adalah tangga melayang.

Tangga melayang tidak ditopang oleh dinding atau balok pada bordes tengah dan hanya melekat pada system lantai dibagian atas dan bawah. Tangga tidak jarang membentuk salah satu fitur visual bangunan yang paling menonjol, dan dengan demikian menghadirkan tantangan bagi para insinyur dan arsitek. Dalam beberapa tahun terakhir, tangga melayang telah menjadi sangat populer. Ada banyak variasi tangga ini. Sejumlah peneliti hadir dengan konsep yang berbeda dibidang penelitian analitis, numeric, desain dan eksperimental. Berbeda dengan jenis tangga yang lain, tangga melayang didasarkan pada analisis yang ketat dan salah satunya tidak ada pedoman mengenai analisis dan desain penguatan. (Rufal, 2014)

Pada bangunan bertingkat akan mengalami berbagai pembebanan, dimana tinjauan dasar perencanaan struktur adalah adanya kekuatan dan kestabilan struktur dalam menahan segala kondisi pembebanan yang mungkin terjadi. Beban-beban yang diperhitungkan dalam perencanaan suatu struktur yaitu semua beban yang kemungkinan akan membebaninya yaitu beban statis maupun beban dinamis. Semakin besar massa suatu bangunan maka semakin besar pula beban gempa yang akan dipikul oleh bangunan tersebut ketika ada gempa. Oleh karena itu penggunaan struktur yang ringan merupakan salah satu penyelesaian yang disarankan pada bangunan di daerah rawan gempa. (Muhammad, 2013)

Bangunan bertingkat merupakan struktur portal kombinasi antara balok dan kolom. Pada struktur portal tingkat tinggi akan menerima pengaruh beban gempa yang tinggi, terutama pada konstruksi beton bertulang, dimana tangga merupakan elemen

bangunan bertingkat yang berfungsi sebagai salah satu alat penghubung antar lantai. (Ajagbe, 2014)

Penggunaan tangga melayang ditingkat internasional lebih banyak dibandingkan pada tingkat nasional, dikarenakan kurangnya pengetahuan tentang tangga melayang yang dimiliki para arsitek dan kontraktor ditingkat nasional. Tangga melayang juga masih belum banyak digunakan dan lebih banyak digunakan hanya untuk menampilkan estetika bangunan. Maka diperlukan penelitian lebih lanjut apabila diaplikasikan dalam konstruksi bangunan bertingkat 5 lantai.

METODE.

Alat Uji yang digunakan.

Pemodelan menggunakan program SAP2000 versi 14, sedangkan untuk gambar denah dan pengukuran denah gedung secara umum menggunakan program AutoCAD. Pengolahan data menggunakan bantuan program Microsoft Excel terhadap hasil yang sudah diperoleh.



Gambar 1. Tampilan Awal Program SAP2000

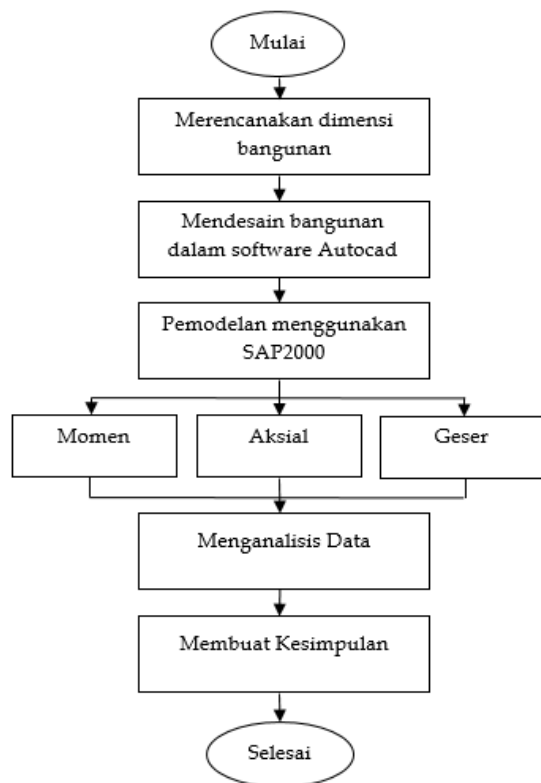
Gedung yang Ditinjau sebagai Benda Uji.

Gedung yang akan dianalisis merupakan gedung yang berfungsi sebagai tempat perbelanjaan modern di Blitar. Gedung tersebut memiliki jumlah lantai sebanyak 5 lantai, dengan tinggi sebesar 20 m dari muka tanah. Ukuran lebar dan panjang bangunan yaitu 20 m x 30 m.

Gedung yang dianalisis memiliki 2 jenis yang dapat ditinjau, yaitu bangunan gedung dengan tangga konvensional dan bangunan gedung dengan tangga melayang.

Alur Penelitian.

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

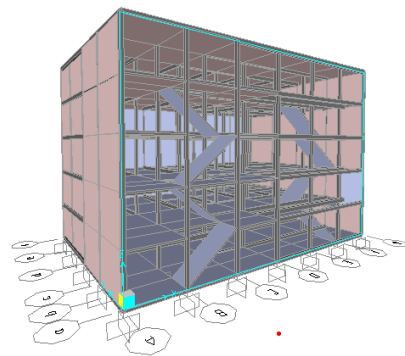
HASIL DAN PEMBAHASAN.

Data Gedung.

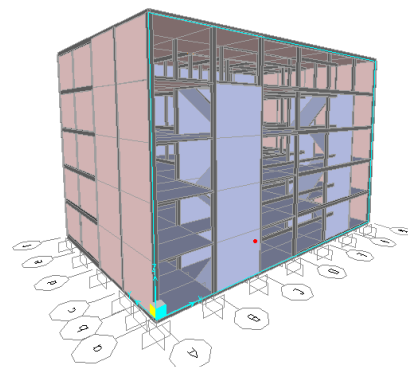
- F'_c = kuat beton = 30 Mpa
- E_c = modulus elastis beton = $4700 \sqrt{f'_c}$
= 25742,96 Mpa
- Dimensi balok induk = 200 x 400 mm²
- Dimensi kolom = 300 x 300 mm²
- Tinggi antar tingkat = 4000 mm
- Tebal plat atap = 120 mm
- Tebal pelat lantai = 120 mm
- Tebal pelat tangga = 120 mm

Perpindahan yang dialami Struktur Bangunan Gedung.

Pemodelan bangunan gedung dengan tangga melayang dan bangunan gedung dengan tangga konvensional yang dilakukan pada program SAP2000, seperti pada gambar dibawah.



Gambar 3. Pemodelan Bangunan gedung dengan tangga konvensional.



Gambar 4. Pemodelan Bangunan gedung dengan tangga melayang.

Analisis yang sudah dilakukan mendapatkan hasil nilai Displacement untuk setiap bangunan gedung dengan jenis tangga yang berbeda. Hasil analisis didapat dari program SAP2000. Hasil dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 1. Hasil Displacement sumbu x Tangga Konvensional dengan Tangga Melayang. (sumber : SAP2000)

Story	Sumbu x Tangga Konvensional	Sumbu x Tangga Melayang
6	0,062024	0,032377
5	0,056366	0,028626
4	0,045352	0,022585
3	0,030585	0,015245
2	0,015149	0,007121
1	0	0

Dari tabel diatas, didapatkan bahwa nilai Displacement sumbu x bangunan dengan Tangga Melayang lebih kecil dari pada nilai Displacement bangunan dengan Tangga Konvensional.

Tabel 2. Hasil Displacement sumbu y Tangga Konvensional dengan Tangga Melayang.

Story	Sumbu y Tangga Konvensional	Sumbu y Tangga Melayang
6	0,000064	0,000034
5	0,000065	0,000027
4	0,000081	0,000023
3	0,000019	0,000018
2	0,000015	0,000012
1	0	0

Untuk Nilai Displacement sumbu y, bangunan dengan Tangga Melayang memiliki nilai Displacement lebih kecil dari pada nilai Displacement bangunan dengan Tangga Konvensional.

Nilai Kekakuan Gedung.

Nilai Kekakuan di dapat dari perhitungan kolom tangga dan momen inersia kolom.

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} = 4700 \sqrt{30} = 25743 \text{ Mpa}$$

$$= 25742960 \text{ kN/m}^2$$

1. Nilai Kekakuan Tangga Konvensional.

Momen Inersia Kolom $I_x = I_y$ (kolom simetris)

Kolom tangga luar, $I_x = I_y$

$$I = 1/12. m. l^3$$

$$= 1/12. 24. 0,7^2$$

$$= 0,68 \text{ m}^3$$

$$EI = E_c \times I$$

$$= 25742960 \times 0,68$$

$$= 17505212,8 \text{ kN/m}$$

Kolom tangga dalam, $I_x = I_y$

$$I = 1/12. m. l^3$$

$$= 1/12. 24. 0,7^2$$

$$= 0,68 \text{ m}^3$$

$$EI = E_c \times I$$

$$= 25742960 \times 0,68$$

$$= 17505212,8 \text{ kN/m}$$

Kekakuan Kolom :

Kolom Lantai 1,2,3,4, dan 5

Kolom tangga luar,

$$k = 12 EI / h^3$$

$$= 12 \cdot 17505212,8 / 4^3$$

$$= 3282227,4 \text{ kN/m}$$

Kolom tangga dalam,

$$k = 12 EI / h^3$$

$$= 12. 17505212,8 / 4^3$$

$$= 3282227,4 \text{ kN/m}$$

Kekakuan tingkat

$$= 3282227,4 + 3282227,4 = 6564454,8 \text{ kN/m}$$

2. Nilai Kekakuan Tangga Melayang.

Momen Inersia Kolom dan Dinding, $I_x = I_y$.

Kolom tangga luar, $I_x = I_y$

$$I = 1/12. m. l^3$$

$$= 1/12. 24. 0,6^3$$

$$= 0,43 \text{ m}^3$$

$$EI = E_c \times I$$

$$= 25742960 \times 0,43$$

$$= 111518,72 \text{ kN/m}$$

Kolom tangga dalam, $I_x = I_y$

$$I = 1/12. m. l^3$$

$$= 1/12. 24. 0,6^3$$

$$= 0,43 \text{ m}^3$$

$$EI = E_c \times I$$

$$= 25742960 \times 0,43$$

$$= 111518,72 \text{ kN/m}$$

Dinding Penahan Tangga.

$$I = 1/12. m. a^2$$

$$= 1/12. 24. 1^2$$

$$= 2$$

$$EI = E_c \times I$$

$$= 25742960 \times 2$$

$$= 51485920 \text{ kN/m}$$

Kekakuan Kolom :

Kolom Lantai 1,2,3,4, dan 5.

Dinding penahan lantai 1,2,3, dan 4

Kolom tangga luar,

$$k = 12 EI / h^3$$

$$= 12 \cdot 111518,72 / 4^3$$

$$= 208409,76 \text{ kN/m}$$

Kolom tangga dalam,

$$k = 12 EI / h^3$$

$$= 12 \cdot 111518,72 / 4^3$$

$$= 208409,76 \text{ kN/m}$$

Dinding Penahan Tangga.

$$k = 12 EI / h^3$$

$$= 12 \cdot 51485920 / 4^3$$

$$= 9653610 \text{ kN/m}$$

Kekakuan tingkat

$$= 208409,76 + 208409,76 + 9653610 = 10070429,52 \text{ kN/m}$$

Sesuai dengan data yang sudah dianalisis, maka didapat nilai kekakuan tangga melayang lebih besar dari pada nilai kekakuan tangga konvensional dengan selisih 21%, hal ini disebabkan oleh tangga melayang yang diperkuat kekakuan nya oleh dinding yang berfungsi menjadi penahan tangga melayang.

Pengaruh Tangga Melayang terhadap Nilai Ekonomis.

Pada perhitungan kali ini, dilakukan perhitungan harga pembuatan tangga melayang dan tangga konvensional yang disesuaikan dengan data yang sudah diambil. Perhitungan ini menggunakan aplikasi Microsoft Excel untuk mempermudah perhitungan yang akan dilakukan.

1. Tangga Konvensional.

Volume = 3,52 m, hasil volume didapat dari perhitungan dengan bantuan Ms. Axcel.

Keb. Penulangan = 32 buah

Harga Satuan didapat dari perhitungan satuan pekerjaan pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Perhitungan Harga Satuan Tangga Konvensional.

Harga Plat tangga			
Nama	Ko	Harga satuan	Harga total
Pek. Beton	1	Rp. 417.540,00	Rp. 417.540,00
Pembesian D10	3,35	Rp. 382.019,00	Rp. 1.279.763,00
Bekisting	0,9	Rp. 153.494,00	Rp. 138.144,00
			Rp. 1.835.447,00
Harga anak tangga			
Nama	Koef	Harga satuan	Harga total
Pek. Beton	1	Rp. 417.540,00	Rp. 417.540,00
Pembesian D8	3,27	Rp. 208.384,00	Rp. 681.415,00
bekisting	0,92	Rp.151.910	Rp. 139.757,00
			Rp. 1.238.712,00
Harga bordes tangga			
Nama	Koef	Harga satuan	Harga total
Pek. Beton	1	Rp. 417.540,00	Rp. 417.540,00
Pembesian D8	7,58	Rp. 208.384,00	Rp. 1.579.550,00
bekisting	1,2	Rp.151.910	Rp. 182.292,00

Rp.
2.179.382,00

2. Tangga Melayang.

Volume = 3,6864 m, hasil volume didapat dari perhitungan dengan bantuan Ms. Axcel.

Keb. Penulangan = 20 buah

Harga Satuan Harga Satuan didapat dari perhitungan satuan pekerjaan pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Perhitungan Harga Satuan Tangga Melayang.

Harga Plat Dinding Penahan Tangga			
Nama	K	Harga satuan	Harga total
Pek. Beton	1	Rp. 417.540,00	Rp. 417.540,00
Pembesian D10	17,42	Rp. 382.019,00	Rp. 6.654.770,00
Pembesian D10	8,93	Rp. 382.019,00	Rp. 3.411.429,00
bekisting	2,4	Rp. 153.494,00	Rp. 368.385,00
			Rp. 10.852.124,00
Harga anak tangga melayang			
Nama	Koef	Harga satuan	Harga total
Pek. Beton	1	Rp. 417.540,00	Rp. 417.540,00
Pembesian D8	0,21	Rp. 208.384,00	Rp. 43.760,00
bekisting	0,063	Rp. 153.494,00	Rp. 9.670,00
			Rp. 470.970,00
Harga bordes tangga			
Nama	Koef	Harga satuan	Harga total
Pek. Beton	1	Rp. 417.540,00	Rp. 417.540,00
Pembesian D8	7,58	Rp. 208.384,00	Rp. 1.579.550,00
bekisting	1,2	Rp.151.910	Rp. 182.292,00
			Rp. 2.179.382,00

Hasil dari analisis harga satuan tangga yang sudah dilakukan, didapat bahwa pembuatan tangga melayang memiliki harga pembuatan lebih mahal dari pada pembuatan tangga konvensional, ini dikarenakan penambahan volume dari dinding penahan tangga melayang yang dihitung sebagai plat.

Efektivitas Tangga Melayang terhadap Struktur Bangunan.

Bangunan gedung dengan Tangga Melayang lebih efektif menahan beban gempa dari pada bangunan gedung dengan Tangga Konvensional, karena bangunan dengan tangga melayang menggunakan penguatan pada dinding untuk menahan atau menopang tangga melayang, sesuai dengan analisis yang sudah dilakukan sebelumnya dan pemodelan pada program SAP2000, hal ini dilakukan karena struktur Tangga Melayang tidak menggunakan pondasi tangga seperti tangga konvensional.

KESIMPULAN.

Setelah dilakukan tahap analisis, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yang akan dicapai, yaitu :

1. Ditinjau dari pemodelan yang sudah dianalisis, untuk gedung dengan tangga melayang, memiliki peran sangat baik karena membantu untuk menahan beban mati, beban hidup, maupun beban gempa, yang dapat dilihat dari nilai **displacement** dan **drift ratio** yang sudah dianalisis, sehingga dapat dipertimbangkan untuk pembuatan bangunan gedung.
2. Tangga Melayang berpengaruh pada nilai kekakuan suatu struktur bangunan gedung bertingkat dengan 15% lebih kaku dari bangunan dengan Tangga Konvensional, hal ini dipengaruhi oleh kekakuan struktur yang meningkat karena dinding penahan tangga ikut menopang beban yang disebabkan oleh gempa.
3. Penggunaan Tangga Melayang membuat biaya pembangunan gedung menjadi lebih besar daripada pembangunan gedung dengan Tangga Konvensional, hal ini disebabkan karena pada pembangunan tangga melayang menggunakan plat dinding sebagai penahan tangga.
4. Setelah menganalisis model struktur Tangga Melayang dan Tangga Konvensional, didapat bahwa Tangga Melayang lebih efektif menahan beban gempa daripada Tangga Konvensional, hal ini disebabkan bangunan dengan tangga melayang menggunakan penguatan struktur pada bagian dinding yang juga bisa menahan beban.

DAFTAR PUSTAKA

1726-2019, S. (2019). In B. S. Nasional. Jakarta.

Admin. (2022, 9). *PT. Sumber Makmur Surya Perkasa*. Retrieved from SMS Perkasa: <https://www.smsperkasa.com/blog/inspirasi-desain-tangga-minimalis-dari-besi-dan-kayu>

Ajagbe, R. L. (2014). *Finite Element Analysis A Free=Standing Staircase*.

Cornelis, R. (2019). Analisis Struktur Tangga Heliks Menggunakan Metode Fleksibilitas. *Jurnal Forum Teknik Sipil*.

Harsoyo, Y. A. (2010). Pengaruh Pemodelan Elemen Tangga pada Gedung Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa : Studi Kasus Gedung Hotel Tajem Paradise City Yogyakarta 5 Lantai. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*.

Jehamat, A. R. (2015). *Analisis struktur tangga helix menggunakan metode fleksibilitas*.

Jendrianus Hendro Takesan, P. H. (2020). Studi pengaruh Tangga Pada Pemodelan Struktur Bangunan Beraturan Akibat Beban Gempa Dengan Menggunakan Software Etabs.

Kholiq, A. (2015). Analisis Struktur Tangga Proyek Pembangunan RSUD Cideres Majalengka. *Jurnal J-Ensite*.

Muhammad, G. W. (2013). ANALISIS PENGARUH ELEMEN TANGGA TERHADAP NILAI KEKAKUAN PADA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT.

Nasional, B. S. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

Pratama, R. F. (2017). Analisis Kekakuan Struktur Balok Beton Bertulang dengan Lubang Hollow Core Pada Tengah Balok.

Rufal, L. A. (2014). *Finite Element Analysis of a Free-Standing Staircase*.

SNI. (2019). In B. S. Nasional. Jakarta.

Zurnalis. (2018). *Konstruksi tangga melayang*. Instagram.