

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang berada pada pertemuan 3 lempeng litosferik yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Indo-Australia (Husein, 2016). Selain ketiga lempeng tersebut, ada satu lempeng mikro yaitu lempeng mikro Filipina. Interaksi antar-lempeng tersebut menyebabkan terbentuknya daerah penunjaman atau subduksi. Tekanan yang disebabkan oleh pergerakan lempeng besar bumi ini menyebabkan Indonesia berada pada daerah yang mempunyai aktivitas gempa cukup tinggi karena interior lempeng yang terpecah- pecah dan bergerak antara satu dengan yang lainnya yang dibatasi oleh patahan- patahan aktif (Pasau & Tanauma, 2011).

Gempa bumi merupakan peristiwa alam yang tidak dapat diprediksi dan dapat menimbulkan korban jiwa maupun harta benda. Gempa bumi adalah gerakan tanah yang kuat yang menghasilkan dampak dinamis pada penyangga bangunan dapat menyebabkan bangunan terkena gaya yang jauh lebih besar daripada yang mereka alami selama keadaan statisnya. Gaya yang dipicu oleh aktivitas seismik gempa bumi menyerang titik terlemah di struktur bangunan, sehingga bangunan dengan perencanaan dan konstruksi yang buruk bisa memiliki banyak titik lemah yang menjadikannya ancaman serius bagi penggunanya (Karaaslan, 2018). Di Indonesia, gempa bumi yang terbesar adalah gempa bumi di Aceh pada tahun 2004 yang menelan korban lebih dari 200.000 jiwa, disusul gempa bumi di Yogyakarta pada

tahun 2006 dengan korban lebih dari 6000 jiwa, dan gempa bumi di Padang dengan korban lebih dari 6000 jiwa. Korban jiwa dalam bencana gempa bumi sebagian besar diakibatkan oleh bangunan yang runtuh ketika gempa terjadi, sehingga mengenai orang yang berada di dalam bangunan (Adeswastoto et al., 2017).

Pada rangka beton bertulang, sistem struktur utama yang menahan beban lateral adalah balok dan kolom. Selain itu terdapat sistem struktur sekunder seperti tangga dan partisi struktural (Singh & Choudhury.S, 2012). Tangga merupakan bagian dari sistem struktur sekunder dan merupakan salah satu bagian penting dari bangunan karena fungsinya yang digunakan untuk menghubungkan lantai- lantai bangunan yang terpisah. Jika dibandingkan dengan eskalator modern, tangga tidak hanya berfungsi lebih baik dalam kondisi darurat seperti bencana alam dan kebakaran, namun juga memberikan kekakuan cukup besar pada bangunan (Zaid M. et al., 2013).

Pengaruh kehadiran tangga pada bangunan beton bertulang yang disebutkan dalam literatur dapat diringkas sebagai elemen bangunan yang memberikan diskontinuitas pada struktur, yang menyebabkan kegagalan elemen struktur yang berdekatan, menyebabkan ketidakteraturan torsional, mengubah perilaku nonlinier bangunan, dan berdampak pada beberapa parameter seismik seperti pengurangan periode getaran modal dan rasio simpangan antar lantai bangunan (Karaaslan, 2018). Pada sebagian besar perencanaan struktur bangunan di Indonesia tidak menyertakan tangga sebagai bagian dari permodelan struktur bangunan, sehingga perlu penelitian lebih lanjut mengenai pengaruhnya pada kinerja bangunan terutama dengan beban gempa.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Seberapa besar pengaruh tangga terhadap kekakuan lateral struktur bangunan akibat gempa pada bangunan bertingkat rendah?
2. Seberapa besar perbandingan pengaruh efektifitas tangga terhadap kekakuan lateral struktur bangunan akibat gempa ditinjau dari sistem pemasangan tangga?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh tangga terhadap kekakuan lateral struktur bangunan akibat gempa pada bangunan bertingkat rendah.
2. Mengidentifikasi perbandingan pengaruh efektifitas tangga terhadap kekakuan lateral struktur bangunan akibat gempa ditinjau dari sistem pemasangan tangga.

## **D. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Bangunan yang dibuat sebagai kajian adalah bangunan gedung rangka beton bertulang bertingkat 4 (empat) lapis dengan fungsi sebagai gedung pelatihan yang berlokasi di kabupaten Klaten.
2. Model analitis menggunakan *software* ETABS.

3. Modeling bangunan menggunakan sistem *open frame* dengan penggambaran 3 dimensi.
4. Penelitian model analitis dilakukan dengan membuat modeling bangunan yang berbeda-beda, yaitu:
  - a. Model 1. Bangunan tanpa tangga
  - b. Model 2. Bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kolom bordes
  - c. Model 3. Bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kantilever
  - d. Model 4. Bangunan dengan tangga tanpa sistem penyangga atau pelat melayang
  - e. Model 5. Bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kolom bordes dimana letak tangga dirubah pada posisi tengah bangunan
  - f. Model 6. Bangunan dengan tangga menggunakan sistem penyangga balok kolom bordes dimana letak tangga hanya ada pada satu sisi di samping bangunan
5. Parameter keempaan diperoleh dari Manual Aplikasi Spektrum Respon Desain Indonesia 2021 © 2021 PuSGeN, DBTPP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
6. Peraturan yang dipakai;
  - a. SNI-2052-2017 Baja tulangan beton
  - b. SNI-2847-2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

- c. SNI-1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
- d. SNI-1727-2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan
- e. SNI-8900-2020 : Panduan Desain Sederhana untuk Bangunan Beton Bertulang

#### **E. Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya ilmu di dalam perancangan struktur bangunan terutama bangunan gedung bertingkat. Selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan bagi akademisi dan praktisi dalam merencanakan pembangunan gedung bertingkat. Juga memberikan pemahaman kepada rekan arsitek dalam mendesain tangga terlebih pada perancangan bangunan untuk hunian dan bangunan untuk fasilitas umum dimana sering dibuat desain tangga dengan bermacam-macam bentuk yang hanya dilihat dari segi keindahan arsitektural saja tanpa memperhatikan aspek strukturalnya. Pada kasus pengecekan kelaikan bangunan eksisting dalam proses asesmen penyusunan dokumen Sertifikat Laik Fungsi (SLF), hasil dari penelitian ini juga bisa dijadikan referensi.

#### **F. Keaslian Penelitian**

Berikut ini merupakan rangkuman beberapa penelitian terdahulu dengan tema yang sejenis, untuk mengetahui keaslian dari penelitian ini:

1. Tugas Akhir “Analisis Pengaruh Elemen Tangga Terhadap Nilai Kekakuan Bangunan Pada Struktur Bangunan Gedung Bertingkat” oleh Muhammad Gandi Wicaksono (2007). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku struktur gedung dengan variasi penempatan dan bentuk tangga pada model struktur yang sama akibat beban gempa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbandingan antara tiga permodelan struktur yaitu (1) struktur tanpa tangga, (2) model struktur dengan 2 tangga pada portal 1 dan 4, (3) model struktur dengan 4 tangga pada portal 1 dan 4. Pembebanan struktur yang digunakan adalah Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa elemen tangga berpengaruh pada nilai kekakuan struktur bangunan gedung karena perilaku elemen tangga sebagai pengekang (*brace frame*) sehingga struktur bangunan menjadi lebih kaku (Wicaksono, 2007).
2. Jurnal “*Effects of Staircase on the Seismic Behavior of RC Moment Frame Building*” oleh Azadeh Noorifard dan Mohammad Reza Tabeshpour (2018). Melakukan penelitian dengan modeling struktur tanpa tangga, struktur dengan tangga sistem pelat, struktur dengan tangga sistem balok dan struktur dengan tangga yang berbeda letak dan ketinggiannya. Lingkup penelitian ini dikelompokkan menjadi 5 grup, dimana pada masing-masing grup membahas tentang efek tangga pada struktur terhadap beban gempa. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur dengan model tangga berpengaruh terhadap perilaku struktur bangunan sehingga disarankan agar

elemen tangga tetap dimodelkan tetapi dengan menggunakan alternatif sambungan roll pada tumpuannya (Noorifard & Tabeshpour, 2018).

3. Tesis “*Effect of Staircases on the Seismic Performance of Reinforced Concrete Buildings*” oleh Ayberk Karaaslan (2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh tangga terhadap respon seismik bangunan beton bertulang. Metode yang digunakan adalah mengembangkan model analitik untuk sifat material yang berbeda, jumlah lantai, jumlah bentang, letak dan keberadaan tangga. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa secara numerik tangga berpengaruh terhadap perilaku seismik dan parameter modal bangunan beton bertulang (Karaaslan, 2018). Pada penelitian ini juga disebutkan beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan referensi :

a. Jurnal “*Effects of Staircase on the Seismic Performance of RCC Frame Building*” oleh N Shyamananda Singh dan Choudhury.S (2012). Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh tangga terhadap kinerja seismik rangka beton bertulang pada bangunan dengan ketinggian dan denah yang berbeda. Metode dalam penelitian ini adalah melakukan identifikasi elemen struktur yang paling lemah dengan analisis program SAP 2000 versi 14.0.0. kedua kategori bangunan dievaluasi dengan analisis *push over* dan analisis *nonlinear time history*. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa kehadiran tangga sangat mempengaruhi nilai puncak respon jumlah balok dan kolom di sekitar tangga. Elemen tangga yang tidak dimasukkan dalam permodelan struktur dapat

menyebabkan kegagalan tangga dalam bencana gempa bumi yang besar (Singh & Choudhury.S, 2012).

- b. Jurnal “*Effect of Staircase on RC Frame Structures Under Seismic Load*” oleh Zaid M, M. Danish, M. Shariq, A. Masood, dan A. Baqi (2013). Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh tangga dalam bangunan beton bertulang di bawah pengaruh gempa. Pengaruh tangga pada rangka bangunan beton bertulang telah dilakukan dengan mengadopsi berbagai model bangunan (rangka terbuka, rangka dengan panel pengisi dan rangka dengan panel pengisi kecuali lantai pertama) dengan dan tanpa tangga dan jumlah lantai bervariasi dari 4 lantai hingga 10 lantai. Karakteristik seismik dalam hal *time period*, *mass participation factor* dan *storey drift* telah dibandingkan dengan seismik karakteristik model tanpa tangga. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa keberadaan tangga dan panel pengisi dalam bangunan sangat mempengaruhi perilaku seismik bangunan (Zaid M. et al., 2013).
- c. Jurnal “*Seismic Performance of Reinforced-Concrete Stairways during the 2008 Wenchuan Earthquake*” oleh Bixiong Li dan Khalid Mosalam (2013). Melakukan identifikasi kerusakan akibat tangga pasca gempa Wenchuan tanggal 12 Mei 2008, diperoleh hasil bahwa kerusakan disebabkan oleh interaksi antara tangga dengan struktur utama bangunan yang dalam tahap desain tidak diperhitungkan. Kerusakan yang diamati pada struktur utama berupa terbentuknya kolom dan balok pendek (Li & Mosalam, 2013).

- d. Jurnal “*Earthquake response analysis for stairs about frame structure*”  
Hongling Sun, Aiping Zhang, and Jiangtao Cao (2013). Mempelajari pengaruh tangga pada struktur rangka bangunan dengan variasi lokasi tangga. Hasil penelitian bahwa tangga mengurangi periode alami, meningkatkan gaya geser dan berpengaruh besar pada keseluruhan kekuatan struktural (Sun et al., 2013).
- e. Jurnal “*Seismic Performance Analysis and Design Suggestion for Frame Building with Cast-in-place Staircases*” oleh Yuan Feng, Xiaobin Wu, Yaoqing Xiong, dan Congchun Li. Penulis dalam jurnal ini melakukan analisis riwayat waktu elasto-plastis pada 18 model struktur beton bertulang dengan dan tanpa tangga untuk menyelidiki pengaruh tangga pada kekakuan, perpindahan dan gaya dalam struktur. Hasil dari penelitian adalah diusulkan metode tangga terpisah dari struktur utama bangunan untuk mengurangi efek dari sistem tangga yang menyatu (Feng et al., 2013).
- f. Jurnal “*Effect of Staircase on Seismic Performance of RC Frame Building*” oleh Onkar Gangadar Kumbhar, Ratnesh Kumar, dan Shrabony Adhikary. Melakukan permodelan bangunan beton bertulang 6 lantai yang berbeda mutu beton dengan dan tanpa tangga. Hasil penelitian bahwa tangga berpengaruh besar terhadap kinerja struktur bangunan, adalah jika dalam desain tidak memperhitungkan adanya tangga maka akan menimbulkan kerusakan yang berlebihan bahkan keruntuhan bangunan akibat beban gaya gempa (Kumbhar et al., 2015).

- g. Prosiding “*Seismic Performance of Stairs in The Existing Reinforced Concrete Building*” oleh Edoardo Cosenza, Gerardo Mario Verderame, dan Alessandra Zambrano. Melakukan modeling analisis pushover non-linier dengan dan tanpa tangga untuk menyelidiki pengaruh tangga pada beban gravitasi yang dirancang pada bangunan. Hasil penelitian bahwa tangga meningkatkan kekuatan dan menambah kapasitas deformasi dan keruntuhan geser menjadi dominan pada kolom pendek (Cosenza et al., 2008).
- h. Prosiding “*The Impact of The Stairs to The Earthquake Resistance of Reinforced Concrete Frame Structure*” oleh Cuifang Xu dan Tieying Li. Menghitung respons seismik elastis berdasarkan respons spektrum dan gaya geser dasar untuk mempelajari mekanika kinerja dan kinerja menyeluruh dari struktur rangka beton bertulang dengan dan tanpa tangga. Hasil penelitian bahwa tangga meningkatkan kekakuan lateral seismik dan kekuatan internal rangka kolom balok dan dapat merubah mode getaran bangunan (Xu & Li, 2012).
- i. Jurnal “*Seismic Damage Analyses of Staircases in RC Frame Structures*” oleh Huan Jun Jiang, Hai Yan Gao, dan Bin Wang. Mempelajari pengaruh tangga pada perilaku struktur rangka beton bertulang khusus dengan perbandingan gaya internal dalam dengan dan tanpa tangga. Selain itu, efek tangga pada mekanisme keruntuhan dan kegagalan struktur diselidiki melalui analisis elasto-plastik statis. Hasil penelitian bahwa tangga merupakan garis pertama pertahanan seismik

dan struktur pertama yang menyerap energi akibat gempa. Dari hasil penelitian disarankan agar desain tangga seismik harus ditingkatkan untuk melindungi dari gaya gempa atau detail lebih cermat untuk mencegah gaya gempa ditransmisikan dari struktur utama dengan cara pemisahan struktur tangga (Jiang et al., 2012).

j. Prosiding “*Analysis and Design of Staircases Against Seismic Loadings*” oleh Ioannis A. Tegos, Vassilis P. Panoskaltzis, dan Sevasti D. Tegou. Mempelajari pengaruh dari berbagai jenis tangga hubungannya dengan persyaratan desain gempa dan interaksi dalam rangka ruang. Kasus pertama, mempelajari pengaruh esensial komponen vertikal percepatan gempa terhadap kinerja struktur. Kasus kedua, mempelajari perilaku dan peran tangga sebagai sambungan seismik dalam struktur rangka ruang. Hasil penelitian bahwa tangga dalam analisis tiga dimensi meningkatkan kekakuan struktur, mengurangi perpindahan relatif lantai dan mempengaruhi respons dinamis struktur (Tegos et al., n.d.).

k. Prosiding “*Analysis of The Interaction Between Stair and Frame Under Horizontal Earthquake Action Based on ETABS*” oleh Zhi-Wei Cao, Chen Bian, dan Chun-Yi Xu. Melakukan penelitian dengan modeling rangka beton bertulang dengan dan tanpa tangga. Kinerja seismik model fase-elastis dihitung dengan metode geser dasar dan analisis spektrum menggunakan ETABS. Hasil penelitian bahwa tangga merubah kinerja struktur rangka dan berkontribusi terhadap kekakuan

lateral struktur secara signifikan. Untuk perhitungan struktur secara menyeluruh keberadaan tangga sangat mempengaruhi hasil perhitungan, sehingga diusulkan dalam analisis perlu menyertakan model tangga dan analisis spektrum respon (Cao et al., 2014).

4. Jurnal “*Seismic Effect on Staircase in Performance of RC Frame Building*” oleh Sneha B. Patel dan Arjun M. Butala (2020). Melakukan penelitian dengan modeling struktur dengan tangga yang berbeda letak dan berbeda jumlahnya. Hasil penelitian ini adalah bahwa tangga berpengaruh meningkatkan kekakuan struktur, menurunkan simpangan bangunan, meningkatkan gaya dalam pada kolom tangga, dalam semua kondisi letak tangga untuk simpangan antar tingkat relatif sama kecuali pada letak tangga di sudut, pada kondisi jumlah tangga ada 2 buah ditepi-tepi bangunan menghasilkan gaya geser dasar paling besar, dan pada kasus bangunan tinggi akan meningkatkan kapasitas geser bangunan (Patel & Butala, 2020).
5. Jurnal “Studi Pengaruh Tangga pada Permodelan Struktur Bangunan Beraturan Akibat Beban Gempa dengan Menggunakan Software Etabs” oleh Jendrianus Hendro Takesan, Partogi H. Simatupang, Wilhelmus Bunganaen (2021). Melakukan analisis dengan respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2019 menggunakan software Etabs 2016. Metode penelitian dengan membuat 3 model desain, yaitu model tanpa tangga, model tanpa tangga dengan void, dan model dengan tangga. Dari hasil penelitian diperoleh perbedaan nilai gaya geser dasar, gaya dalam, dan perpindahan (Takesan et al., 2021).

6. Jurnal “*Research on Seismic Performance of Frame Structure with Beam Staircases*” oleh Ming Wen, Hongxiang Tian, Weiwei Wang, Baokui Chen dan Huayao Fu (2022). Melakukan penelitian dengan modeling portal struktur tanpa tangga, dengan tangga sambungan jepit dan dengan tangga sambungan roll menggunakan software ETABS. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pada model tangga sambungan roll mempunyai kekakuan dan simpangan lantai yang lebih kecil daripada model tangga sambungan jepit, model dengan tangga meningkatkan gaya dalam elemen struktur terutama pada area sekitar tangga, dan untuk model tangga dengan kondisi letak yang berbeda menghasilkan perbedaan periode getar alami struktur yang tidak terlalu besar (Wen et al., 2022).
7. Jurnal “*Studi Efek Permodelan Struktur Tangga pada Bangunan Ruko 3 Tingkat Akibat Beban Gempa*” oleh Agus Subrianto (2023). Studi efek permodelan tangga pada struktur dengan 3 kondisi berbeda, yaitu : 1) tangga diinputkan penuh sebagai beban pada balok lantai tanpa balok bordes, 2) tangga diinputkan separuh sebagai beban pada balok lantai dan separuh pada balok bordes, dan 3) tangga dimodelkan secara utuh ke dalam modeling bangunan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa memodelkan tangga dapat menaikkan kekakuan, gaya geser dasar, momen guling, dan menurunkan periode getar, simpangan antar lantai dan ditemukan juga bahwa gaya geser pada kolom tangga naik secara signifikan (Subrianto, 2023).

Kebaruan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh tangga terhadap kekakuan lateral struktur bangunan akibat goyangan beban gempa dengan perbandingan modeling bangunan tanpa tangga atau tangga hanya dihitung sebagai beban, dan modeling bangunan dengan tangga. Untuk modeling bangunan dengan tangga akan diteliti lebih lanjut tentang pengaruh efektifitas tangga menggunakan sistem pemasangan tangga dengan model balok kolom, model kantilever, dan model pelat melayang.

### **G. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah permodelan struktur bangunan dengan menggunakan software ETABS. Nantinya hasil modeling dari beberapa kondisi yang berbeda tersebut akan diperbandingkan dan dianalisis untuk selanjutnya diperoleh hasil dan kesimpulan dari penelitian.

### **H. Jadwal Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu tiga bulan dengan jadwal sebagai berikut:

Tabel 1. 1 Kerangka Penelitian

No	Kegiatan	Bulan		
		1	2	3
1.	Persiapan penelitian			
2.	Permodelan struktur			
3.	Analisis struktur			
4.	Penyusunan laporan dan penyajian laporan			

(Sumber: Data Penulis, 2023)

## **I. Sistematika Penulisan**

### **BAB I. Pendahuluan**

Pendahuluan berisi tentang latar belakang penelitian, menentukan rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, keaslian penelitian, metode penelitian yang digunakan, jadwal penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan sebagai acuan dalam penulisan penelitian ini.

### **BAB II. Tinjauan pustaka**

Tinjauan pustaka memuat tentang definisi tangga dan macam-macam tangga, kinerja struktur, kekakuan struktur, dan standar peraturan yang digunakan.

### **BAB III. Metodologi Penelitian**

Dalam bab ini dijelaskan mengenai data dan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk mengidentifikasi pengaruh tangga terhadap kekakuan lateral struktur bangunan akibat goyangan beban gempa dilakukan dengan membandingkan model bangunan dengan tangga dan tanpa tangga.

### **BAB IV. Analisis dan Pembahasan**

Penyajian data dari proses dan hasil analisis permodelan struktur disampaikan dalam bab ini, dengan membandingkan hasil kinerja masing- masing permodelan bangunan menggunakan program ETABS.

## **BAB V. Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dan saran yang dapat diberikan oleh penulis.

