

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di kawasan Asia Tenggara yang aktivitas seismiknya tergolong sebagai yang teraktif di dunia. Berada pada perbatasan lempeng Indo-Australia, Eurasia dan Pelat Laut Filipina membuat wilayah Indonesia sering mengalami gempa bumi maupun tsunami. Beberapa gempa dahsyat yang pernah terjadi di Indonesia yaitu Gempa Bumi Aceh 2004 (M9.3), Gempa Bumi 2005 (M8.7), Gempa Bumi Yogyakarta 2006 (M6.3), Gempa Jawa Selatan 2006 (M7.7), Gempa Danau Singkarak 2007 (M6.3) dan Gempa Bengkulu 2007 (M8.3, M7.9) (Aydan, 2008).



**Gambar 1.1** Peta Indeks Rawan Bencana Indonesia  
(Sumber: <https://bnpb.go.id/potensi-ancaman-bencana>)

Data gempa pada **Gambar 1.1** menggambarkan persebaran potensi gempa bumi di Indonesia. Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah di Indonesia dengan potensi gempa bumi dan *tsunami* yang tinggi, hal ini disebabkan karena wilayah ini memiliki pembangkit gempa bumi aktif yaitu jalur subduksi / penunjaman lempeng (*Megathrust*), sesar Mentawai (*Mentawai fault*) dan sesar besar Sumatera (*the great Sumateran fault*) atau dikenal dengan Patahan Semangko. Sesar Mentawai merupakan sesar yang paralel dengan Patahan Semangko, sesar ini menghasilkan gempa bumi yang signifikan seperti gempa bumi pada 12 September 2007 dengan magnitudo 8,4 SR serta gempa bumi 25 Oktober 2010 dan menghasilkan tsunami setinggi 7 meter di Pulau Pagai. (Satria, 2018)

Gempa bumi menghasilkan guncangan pada tanah yang membuat hancurnya bangunan-bangunan, hal ini merupakan alasan yang paling sering ditemukan sebagai penyebab kehilangan nyawa. Pada area yang tingkat kepadatan penduduknya tinggi, maka gempa yang merusak sarana dan prasarana kegiatan manusia sangat dirasakan, sehingga dampak negatif seperti korban jiwa, bangunan roboh, jalan rusak dan lainnya menjadikan tingkatan bahaya yang tinggi. Sebaliknya, gempa dengan intensitas tinggi pada area dimana aktivitas manusia rendah bahkan tidak ada, maka dampak yang dirasakan manusia juga kecil, sehingga tingkat bahaya yang merusak juga kecil (Murtianto,2010).

Salah satu gempa bumi yang pernah terjadi di Indonesia yaitu gempa bumi di Sumatera pada 12 September 2007, kekuatan yang ditimbulkan 8,4 SR. Guncangan gempa tersebut mengakibatkan sebanyak 48,280 unit rumah mengalami kerusakan, yang terdiri dari

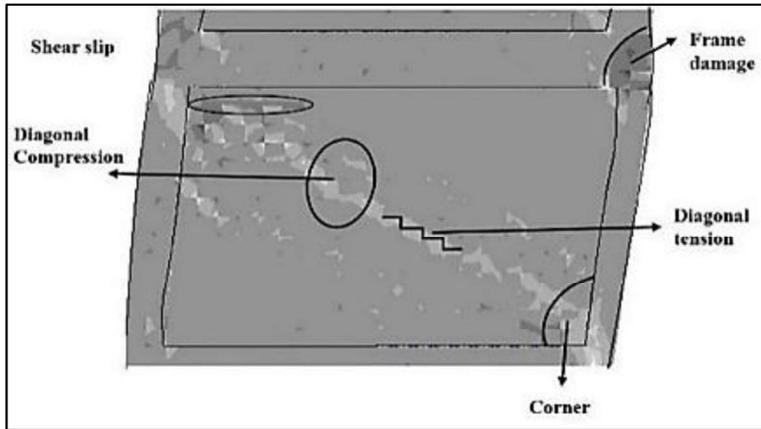
23,287 unit rumah rusak total, 4,862 unit rusak sedang, dan 20,131 unit rusak ringan di wilayah yang terkena dampak bencana. Pemerintah daerah dan kelompok profesional perlu melakukan upaya yang konsisten secara bersama untuk menaati peraturan bangunan tahan gempa (BAPPENAS, 2007).

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, banyak faktor yang mempengaruhi kekuatan bangunan tersebut, salah satunya pengaruh dinding bata. Seringkali dinding bata tidak diperhitungkan sebagai sebuah struktur melainkan hanya sebagai bagian dari arsitektur. Hal ini terjadi karena kurangnya pemahaman tentang kinerja seismik pengisi bata terhadap beban seismik. Mengabaikan efek pengisi dalam memperkeras dan memperkuat kerangka di sekitarnya tidak selalu merupakan pendekatan yang biasa, karena semakin kaku bangunan biasanya semakin banyak beban gempa yang menariknya. Jika panel ditekan berlebihan dan mengakibatkan runtuh sebagian atau keseluruhan, kekuatan tinggi yang sebelumnya ditarik dan dibawa oleh rangka terisi kaku, akan tiba-tiba dipindahkan ke rangka yang lebih fleksibel setelah pengisi rusak sebagian atau keseluruhan. Selain itu, perubahan distribusi kekakuan dapat menghasilkan gaya seismik yang lebih tinggi karena efek puntir. Karena kerumitan masalah dan tidak adanya model analitik yang realistis namun sederhana, efek panel pada pengisi bata sering diabaikan dalam analisis nonlinear struktur bangunan. Asumsi semacam itu dapat menyebabkan ketidakakuratan substansial dalam memprediksi kekakuan lateral, kekuatan, dan keuletan struktur. Hal ini juga mengarah kepada desain yang tidak ekonomis karena kekuatan dan kekakuan rencana pada rangka bisa sangat berkurang (El-Dakhkhni, 2001)

Perilaku dinding pengisi bata pada rangka beton bertulang saat terjadi gempa menarik perhatian para insinyur struktur semenjak tahun 1950-an. Eksperimental dan studi numerik telah dilakukan untuk menginvestigasi perilaku dinding pengisi bata rangka beton bertulang terhadap beban yang terjadi. Studi terbaru menunjukkan bahwa kekuatan dan kekakuan *in-plane* dari dinding memberi pengaruh pada perilaku global dari sebuah struktur, mengacu kepada beban seismik. Keberadaan dinding pengisi pada rangka beton bertulang dapat meningkatkan kekuatan, kekakuan (relatif mengacu pada rangka sederhana) dan kapasitas lateral dari bangunan, dan ini dapat memperlihatkan mekanisme runtuh geser *brittle* terkait dengan keruntuhan dinding dan interaksi rangka dinding. Peran dari dinding pengisi dalam bangunan tahan gempa dipertimbangkan sebagai sesuatu yang sangat penting dalam mencegah keruntuhan dari relatif fleksibel dan rangka beton bertulang lemah (Filippou, 2019)

Dinding pengisi mempengaruhi perilaku struktur pasangan bata sebagaimana diamati dari kerusakan setelah beberapa gempa bumi. Dinding pengisi pada struktur RC menyebabkan beberapa mekanisme kegagalan yang tidak diinginkan di bawah pemuatan seismik karena daktilitas rencana yang besar pada beberapa elemen struktur. Misalnya, mekanisme *soft-story* (*interstory* rencana ada di *story* pertama), mekanisme kolom pendek (daktilitas rencana pada kolom RC), dan mekanisme perencanaan puntir (pengisi terletak secara tidak simetris dalam rencana). Selain itu, penyimpangan vertikal yang diperkenalkan oleh panel pengisi meningkatkan kerentanan seismik bangunan desain beban gravitasi. Keberadaan dinding pengisi menyebabkan kegagalan

geser kolom, karena peningkatan tekanan pada antarmuka antara dinding pengisi dan rangka (Filippou, 2019).



(a)



(b)

**Gambar 1.2** (a) Mekanisme runtuh *In-plane* dari dinding pengisi bata pada rangka beton bertulang dan (b) mekanisme soft-story.

(Sumber : Filippou, 2019)

Penambahan dinding bata dalam rangka beton bertulang meningkatkan kekakuan dan kekuatan struktur karena interaksi dinding pengisi. Kompleksitas dalam pemodelan dan kekurangan pengetahuan teknik, khususnya dalam rangka pengisi dengan bukaan membuat pengaruhnya jarang diperhitungkan dalam analisis dan desain bangunan. Walaupun sudah banyak dilakukan investigasi eksperimental pada perilaku lateral dari rangka pengisian dinding bata penuh, namun beberapa tes dilakukan pada rangka pengisi bata dengan bukaan terlepas dari kenyataan bahwa bukaan pintu dan jendela dibuat pada banyak dinding bata untuk alasan arsitektural. Hal ini telah ditunjukkan pada banyak penelitian bahwa bukaan dapat merubah perilaku pada dinding bata dan membuatnya lebih rumit. Keberadaan bukaan pada dinding bata umumnya mengurangi kekakuan dan kekuatan dari pengisi. Penambahan dimensi bukaan akan mengurangi kekuatan dan kekakuan efektif dari rangka pengisi (Mohammadi, 2013).

Dinding bata tanpa tulangan biasanya digunakan sebagai pengisi pada bangunan rangka beton bertulang. Bangunan ini memiliki kekakuan dan kekuatan in-plane yang tinggi, oleh karena itu perilaku beban lateral seperti rangka beton bertulang berbeda apabila tidak menggunakan dinding pengisi. Bukaan pada dinding mengurangi kekuatan lateral dan kekakuan rangka beton bertulang secara signifikan dan mengubah mode runtuhnya (Surendran, 2012).



**Gambar 1.3** Keruntuhan bangunan struktur rangka beton bertulang dengan bukaan pada dinding saat gempa Aceh Desember 2016

(sumber : <https://www.stuff.co.nz/world/asia/87296214/magnitude-68-earthquake-hits-near-banda-aceh-indonesia>)

Penelitian yang telah dilakukan oleh Maidiawati (2019) melalui sebuah investigasi lapangan setelah terjadinya gempa Sumatera tahun 2007 di kota Padang dan sekitarnya ,dengan membuat beberapa buah model struktur rangka beton bertulang dengan berbagai kondisi. Pada eksperimental yang dilakukan, model dibuat dengan skala  $\frac{1}{4}$ , tidak ada penghubung geser yang digunakan pada kolom dan pengisi, ukuran bata dari skala  $\frac{1}{4}$  adalah panjang 60 mm, lebar 30 mm, dan tinggi 13 mm serta mortar dengan komposisi semen : air = 1:0,5 yang digunakan untuk membuat pengisi. Permukaan dinding diberi plester dengan mortar setebal 5 mm. Kesimpulan dari eksperimen ini yaitu bahwa dinding bata penuh dapat berperan meningkatkan kekuatan lateral struktur dalam menahan beban gempa pada struktur bangunan rangka beton bertulang

namun pada dinding bata dengan bukaan di tengah dinding mengurangi kekuatan lateral dan disipasi energi.

Analisis perilaku dinding dengan bukaan pada struktur rangka beton bertulang masih sangat diperlukan. Namun, dalam melakukan eksperimental ada beberapa hal yang menjadi pertimbangan seperti besarnya biaya yang dikeluarkan, waktu yang lama untuk pembuatan spesimen maupun pengujian di laboratorium serta banyaknya peralatan-peralatan yang harus dipersiapkan. Dalam hal ini, penggunaan analisis numerik dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, dimana pemodelan dapat dilakukan dengan menggunakan *software*. Pemodelan menggunakan *software* tersebut membuat analisis lebih mudah dilakukan. Apabila pendekatan yang digunakan dalam pembuatan model numerik mendapatkan hasil yang mendekati kondisi aktual, maka untuk pemodelan selanjutnya dapat dilakukan analisis untuk model dengan geometri atau bentuk yang berbeda dengan menggunakan pendekatan yang sama, sehingga analisis dapat dilakukan terhadap banyak model struktur dengan biaya yang kecil dan waktu yang relatif singkat.

Dalam tugas akhir ini perilaku dinding bata dengan bukaan akan diketahui menggunakan analisis *non-linear* dengan *software* ATENA v5. ATENA (*Advanced Tool for Engineering Nonlinear Analysis*) merupakan salah satu *software* untuk menganalisis struktur beton dan beton bertulang. Pemodelan yang dibuat mengacu pada eksperimental yang telah dilakukan sehingga dapat diketahui pendekatan yang digunakan sudah sesuai apabila hasil analisis numerik mendekati hasil yang didapatkan dari eksperimental sebagai validasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana bukaan pada dinding bata mempengaruhi kekuatan lateral struktur rangka beton bertulang?
2. Bagaimana perilaku struktur dinding dengan bukaan pada rangka beton bertulang?
3. Bagaimana pendekatan yang digunakan dalam pemodelan numerik agar dapat menggambarkan kondisi struktur dinding dengan bukaan pada rangka beton bertulang yang mendekati kondisi aktual?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari tugas akhir ini yaitu untuk melakukan studi numerik menggunakan metode elemen hingga dalam menganalisis pengaruh dinding dengan bukaan pada struktur rangka beton bertulang ketika menahan beban siklik lateral gempa.

Hasil analisis dalam penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk mempermudah analisis struktur, menghemat biaya, waktu dan tenaga dibandingkan melakukan eksperimental.

## **1.4 Batasan Masalah**

Untuk menghindari perluasan masalah-masalah yang tidak terkait dengan penelitian tugas akhir ini, maka ditetapkan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Analisis dilakukan menggunakan software ATENA 2D v5.
2. Variasi model benda uji yaitu rangka struktur beton bertulang dengan dinding pengisi penuh dan rangka struktur beton bertulang dengan bukaan pada dinding sebesar 25% dari luas dinding.

3. Baja tulangan yang ditinjau hanya pada kolom karena balok direncanakan tidak mengalami kerusakan atau bersifat *elastic linear*.
4. Balok diasumsikan sebagai *rigid floor* (tidak mengalami lendutan).
5. Dinding bata dan plester dinding diasumsikan bersifat *monotonic* atau satu kesatuan.
6. Tulangan yang digunakan berupa tulangan utama 4D10 dan tulangan sengkang Ø4-50
7. Tegangan leleh dan tegangan tarik baja yang digunakan adalah sebagai berikut :
  - a. Ø4  
Kuat Leleh : 390,2 N/mm<sup>2</sup>  
Kuat Tarik : 598,3 N/mm<sup>2</sup>
  - b. D10  
Kuat Leleh : 462 N/mm<sup>2</sup>  
Kuat Tarik : 619,7 N/mm<sup>2</sup>
8. Nilai kuat tekan beton  $f'c = 49,9 \text{ N/mm}^2$  dan semua material beton diasumsikan nilai kuat tekan beton yang digunakan homogen.
9. Nilai kuat tekan dinding pengisi  $f'b = 10,9 \text{ N/mm}^2$
10. Kondisi batasan baja tidak dianalisis

### 1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini megacu pada sebuah sistematika penulisan dalam mencapai tujuan agar penulisan tetap terfokus pada kajian dan batasan yang telah ditetapkan, yaitu sebagai berikut :

#### 1. BAB I, PENDAHULUAN.

Berisikan mengenai latar belakang masalah sebagai dasar pembuatan Tugas Akhir ini serta penjabaran fakta-fakta terkait topik yang akan

dibahas. Dalam bab ini juga menjelaskan tentang tujuan dan manfaat yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir.

## 2. BAB II, KAJIAN PUSTAKA

Menjabarkan terkait teori-teori dan studi kasus yang digunakan dalam melakukan analisis terhadap pengaruh dinding bata dengan bukaan terhadap struktur beton bertulang.

## 3. BAB III, METODE PENELITIAN

Menjabarkan mengenai cara yang digunakan dalam melakukan analisis terhadap permasalahan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya secara sistematis untuk mendapatkan sebuah hasil akhir.

## 4. BAB IV, PEMBAHASAN

Berisikan pembahasan dari analisis yang telah dilakukan untuk menjawab akar permasalahan sehingga tujuan dalam Tugas Akhir ini dapat tercapai.

## 5. BAB V, KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari bab pembahasan. Kesimpulan-kesimpulan ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan penggunaan dinding bata dan perhitungannya sebagai sebuah struktur dalam menahan beban siklik lateral pada struktur beton bertulang.

