

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

1. Riwayat gempa bumi di Indonesia

Secara geologis Indonesia terletak di daerah rawan bencana. Hampir seluruh wilayah Indonesia, seperti Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi dan Papua rawan terjadi bencana gempa bumi disertai tsunami. Selama kurun waktu 20 tahun terakhir, data mencatat terjadi gempa bumi dengan Magnitudo (M) besar dari 7 antara lain : gempa bumi M 9,1 disertai tsunami di Aceh tahun 2004, gempa bumi M 8,6 SR di Nias tahun 2005, gempa bumi M 7,7 disertai tsunami di Pangandaran tahun 2006, gempa bumi M 8,5 tahun 2007 di Bengkulu, gempa bumi M 7,4 tahun 2008 di Simeulue, gempa bumi M 7,6 tahun 2009 di Padang Pariaman, gempa bumi M 7,8 tahun 2010 di Kepulauan Mentawai, gempa bumi M 8,6 tahun 2012 di Aceh dan gempa bumi M 7,1 tahun 2014 di Ternate (Gavin et al, 2017). Pada tahun 2018, gempa bumi M 6,4 bulan Juli dan M 6,9 bulan Agustus terjadi di Lombok. Bulan September 2018, gempa bumi M 7,5 disertai tsunami terjadi di Palu, Sulawesi Tengah (USGS, 2018). Peta sebaran gempa bumi di Indonesia mulai tahun 1900 sampai dengan tahun 2019 ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta sebaran gempa bumi di Indonesia

Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_Indonesia

2. Kerusakan pasca gempa bumi di wilayah Indonesia

Gempa bumi yang terjadi mengakibatkan kerusakan infrastruktur seperti jalan, jembatan, bandara, bangunan rumah tinggal, bangunan gedung serta sarana dan prasarana lainnya. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada bangunan antara lain desain bangunan yang tidak sesuai, pelaksanaan konstruksi yang asal jadi serta peraturan perencanaan dan pelaksanaan konstruksi yang belum diperbarui sesuai dengan kondisi di Indonesia. Pada bangunan gedung beton bertulang, rusaknya struktur bangunan meliputi balok dan kolom yang mengakibatkan bangunan mengalami kerusakan secara menyeluruh. Beberapa dokumentasi kerusakan gedung beton bertulang pasca gempabumi yang terjadi di wilayah Indonesia ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gempa Aceh, 2004

Gempa Yogyakarta, 2006



Gempa Sumatera Barat, 2009



Gempa Lombok, 2018

Gambar 1.2 Kerusakan gedung beton bertulang pasca gempabumi di wilayah Indonesia

Sumber : <https://www.google.com>

3. Evaluasi kapasitas seismik struktur gedung eksisting beton bertulang

Kapasitas seismik dapat diartikan sebagai kemampuan struktur untuk menahan gaya lateral yang terjadi pada bangunan. Besarnya kapasitas seismik dari struktur tergantung pada kekuatan dan kemampuan struktur untuk berdeformasi pada setiap elemen struktur yang ada.

Beberapa negara seperti Amerika, Jepang, Kanada, Selandia Baru, dan Eropa telah mempunyai standar untuk menentukan kekakuan lateral pada bangunan beton bertulang (Kwon & Ghannoum, 2016). Pada struktur gedung eksisting beton bertulang, evaluasi kapasitas seismik dapat dilakukan berdasarkan *Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings* (JBDPA, 2001). Pada standar yang diterbitkan oleh Negara Jepang ini terdapat tiga tingkat prosedur untuk menentukan kapasitas seismik. Selain itu, penilaian kapasitas seismik untuk struktur gedung eksisting menggunakan dinding bata tanpa tulangan juga dapat dilakukan berdasarkan *The Seismic Assessment of Existing Buildings* yang diterbitkan oleh negara New Zealand (NZSEE, 2016). Di Indonesia terdapat Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (BSN, 2019) yang menjadi pedoman untuk perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan bangunan gedung beton bertulang.

FEMA P-154 (ATC, 2015) yang diterbitkan Amerika Serikat serta *Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings* (JBDPA, 2001) yang diterbitkan Jepang tidak memperhitungkan pengaruh dinding bata pada struktur gedung. Di Amerika dan Jepang dinding terbuat dari beton, sedangkan di Indonesia dinding dapat berupa bata merah, bata ringan atau batako. Dinding bata umumnya digunakan di Indonesia sebagai pengisi portal beton bertulang pada bangunan gedung. Oleh karena itu perlu adanya metode evaluasi kapasitas seismik dengan memperhitungkan pengaruh dinding bata yang dapat digunakan untuk mengevaluasi struktur gedung eksisting beton bertulang di Indonesia guna mengantisipasi kerusakan yang akan terjadi akibat gempa bumi.

4. Dinding bata sebagai pengisi struktur portal beton bertulang

Sejumlah penelitian baik secara ekperimental maupun simulasi dengan perangkat lunak komputer, telah dilakukan oleh para peneliti untuk mempelajari kontribusi dinding bata terhadap kinerja seismik struktur bangunan beton bertulang. Seperti yang dilakukan oleh (Dautaj et al, 2018), (Tanjung & Maidiawati, 2017) dan (Maidiawati et al, 2011) yang mengevaluasi pengaruh dinding bata sebagai dinding pengisi dalam struktur portal terhadap kekuatan lateral, kekakuan dan daktilitas struktur portal. Beberapa cara pendekatan teoritis (*analytical model*) untuk mengevaluasi kinerja seismik struktur portal dengan dinding bata telah dikembangkan mulai dari cara klasik yaitu metode *strut diagonal* sampai teknik perhitungan modern dengan perangkat lunak komputer.

(Maidiawati & Sanada, 2017) juga telah mengembangkan sebuah metode analitik berdasarkan pada metode *strut diagonal* untuk mengevaluasi kapasitas seismik struktur portal dengan dinding bata. Pada metode analitik ini, dinding bata dimodelkan sebagai *strut diagonal* yang menghasilkan gaya tekan terdistribusi pada daerah kontak antara kolom dengan dinding. Metode ini telah diverifikasi dengan hasil serangkaian pengujian struktur portal beton bertulang dengan dinding bata.

Metode tersebut difokuskan pada struktur portal dengan dinding bata untuk bentang tunggal (*single span*). Fakta di lapangan menunjukkan bahwa struktur portal dengan dinding bata tidak bentang tunggal melainkan bentang banyak (*multi span infilled frames*). Oleh karenanya perlu dikembangkan metode analitik untuk mengestimasi kekuatan lateral dan deformasi struktur portal bentang banyak dengan dinding pengisi. Diharapkan, metode ini dapat diterapkan untuk mengevaluasi kapasitas seismik dengan memperhitungkan pengaruh dinding pada struktur gedung beton bertulang.

1.2. Masalah Penelitian

Belajar dari sejarah kejadian gempa bumi di wilayah Indonesia, gempa bumi akan terus berulang dengan periode tertentu. Resiko yang tidak bisa

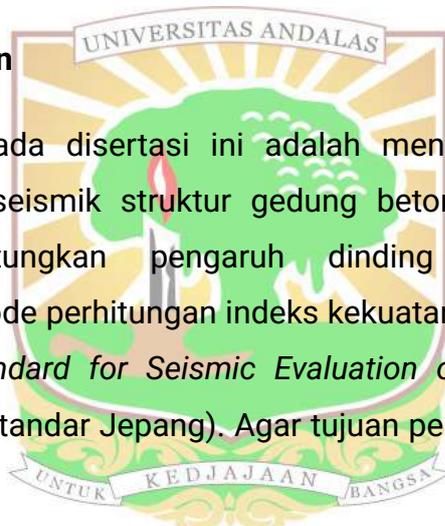
dihindari akibat gempa bumi adalah timbulnya kerusakan pada bangunan. Untuk meminimalisir dan mengantisipasi kerusakan yang terjadi khususnya pada struktur gedung beton bertulang eksisting, maka perlu dilakukan evaluasi kapasitas seismik pada gedung eksisting yang ada. Hal ini untuk memastikan apakah gedung eksisting tidak akan mengalami kerusakan bila di kemudian hari terjadi gempa bumi.

Namun, Indonesia belum mempunyai metode evaluasi kapasitas seismik untuk struktur gedung beton bertulang eksisting. Selain itu, pengaruh dinding bata yang terdapat pada struktur beton bertulang juga perlu diperhatikan sebagai bagian dari metode evaluasi kapasitas seismik. Hal tersebut menjadi masalah penelitian yang akan dibahas pada disertasi ini.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada disertasi ini adalah mengembangkan metode evaluasi kapasitas seismik struktur gedung beton bertulang eksisting dengan memperhitungkan pengaruh dinding bata berdasarkan pengembangan metode perhitungan indeks kekuatan dan indeks daktilitas yang ada pada *Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings* (Standar Jepang). Agar tujuan penelitian tercapai maka dilakukan:

1. Studi eksperimen struktur rangka beton bertulang multi bentang dengan dan tanpa dinding bata.
2. Pengembangan model analitik pengaruh dinding bata terhadap kapasitas seismik struktur rangka beton bertulang multi bentang khususnya pada kolom interior.
3. Pengembangan metode evaluasi kapasitas seismik struktur gedung beton bertulang eksisting dengan memasukkan pengaruh dinding bata. Metode yang dikembangkan ini berpedoman kepada *Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings*.
4. Observasi lapangan kerusakan struktur gedung beton bertulang pasca gempa bumi.



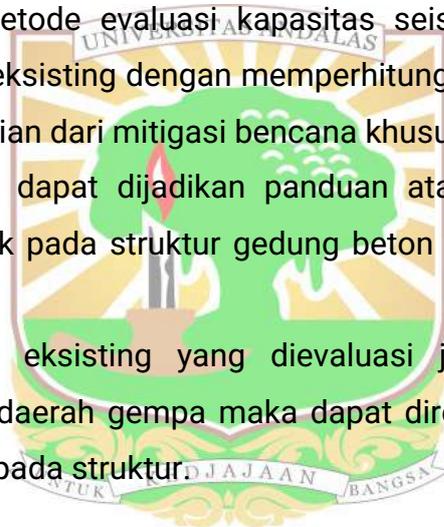
5. Aplikasi metode evaluasi kapasitas seismik pada struktur gedung beton bertulang eksisting dengan memperhitungkan pengaruh dinding bata.

1.4. Kontribusi Bagi Ilmu Pengetahuan

Target novelty pada disertasi ini adalah mengusulkan metode evaluasi kapasitas seismik struktur gedung beton bertulang eksisting dengan mengembangkan model analitik pengaruh dinding bata terhadap kapasitas seismik kolom interior pada struktur portal beton bertulang.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan metode evaluasi kapasitas seismik struktur gedung beton bertulang eksisting dengan memperhitungkan pengaruh dinding bata sebagai bagian dari mitigasi bencana khususnya gempa bumi.
2. Metode evaluasi dapat dijadikan panduan atau pedoman evaluasi kapasitas seismik pada struktur gedung beton bertulang eksisting di Indonesia.
3. Struktur gedung eksisting yang dievaluasi jika tidak memenuhi kapasitas untuk daerah gempa maka dapat direkomendasikan untuk diberi perkuatan pada struktur.



1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Metode evaluasi kapasitas seismik struktur gedung beton bertulang eksisting dengan memperhitungkan pengaruh dinding bata dikembangkan berdasarkan pada *Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings* (Standar Jepang) dengan batasan ruang lingkup:

1. Metode evaluasi kapasitas seismik yang digunakan adalah level dua.
2. Berat struktur gedung dihitung berdasarkan asumsi $W = 12 \text{ kN/m}^2$.
3. Gedung yang dievaluasi dengan kategori bertingkat rendah yaitu tiga lantai.
4. Gedung yang dievaluasi tidak mempunyai dinding geser.

5. Kolom praktis dan balok praktis sebagai pengikat dinding bata tidak diperhitungkan.
6. Pengaruh dinding bata yang dihitung adalah dinding penuh.
7. Evaluasi hanya dilakukan terhadap kolom pada lantai dasar.
8. Evaluasi kapasitas kolom tanpa dinding pengisi dihitung berdasarkan *Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings*.
9. Evaluasi kapasitas kolom dengan pengaruh dinding bata pada kolom eksterior dihitung berdasarkan metode yang dikembangkan oleh (Maidiawati & Sanada, 2017).
10. Evaluasi kapasitas kolom dengan pengaruh dinding bata pada kolom interior dihitung berdasarkan metode yang dikembangkan pada disertasi ini.

