

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 TINJAUAN UMUM**

Perencanaan bangunan tahan gempa pada daerah yang rawan gempa merupakan suatu hal yang penting. Hal itu dikarenakan kejadian gempa bumi tidak dapat di prediksi kapan, dimana dan seberapa besar akan terjadinya. Mengingat Indonesia merupakan daerah yang terletak pada wilayah gempa moderat hingga tinggi, maka perencanaan bangunan gedung harus diperhitungkan sesuai dengan kondisi yang ada. Bangunan tahan gempa yang telah ada pada umumnya direncanakan dengan menggunakan prosedur yang tertulis dalam peraturan perencanaan bangunan (*building codes*). Analisis terhadap gempa menggunakan metode *Force Based Design* sehingga tidak menunjukkan kinerja bangunan terhadap gempa secara langsung.

Arah metode perencanaan bangunan tahan gempa beralih dari pendekatan berbasis kekuatan (*force based design*) menuju pendekatan berbasis kinerja (*performance based design*), yang memanfaatkan analisis statik nonlinier yang dikenal dengan *pushover analysis* untuk mengetahui pola keruntuhan suatu bangunan terhadap gempa dan level kinerja bangunan.

Analisa *pushover* adalah analisa statik nonlinear untuk mengetahui perilaku keruntuhan suatu bangunan atau struktur. Analisa dilakukan dengan memberikan suatu pola beban lateral statik pada struktur, yang kemudian secara bertahap ditingkatkan dengan faktor pengali sampai satu target perpindahan tercapai. Analisa *pushover* ini menghasilkan kurva *pushover* atau kurva kapasitas yang menggambarkan hubungan antara gaya geser ( $V$ ) dan simpangan atap ( $D$ ).

#### **2.2 PENELITIAN TERDAHULU**

Pada penelitian ini, dicantumkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya mengenai analisis beban dorong (*pushover analysis*) adalah sebagai berikut:

Muntafi, Yunalia (2012), dalam penelitiannya yang berjudul Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung DPU Wilayah Kabupaten Wonogiri dengan Analisis *Pushover*. Evaluasi pada penelitian ini dilakukan pada bangunan gedung yang terdiri dari 4 lantai dengan prinsip daktilitas tingkat 3. Evaluasi kinerja memanfaatkan analisis *pushover* dengan konsep *Performance Based Earthquake Engineering* (PBEE). Kriteria kinerja seismik struktur bangunan ditentukan menggunakan ATC-40 dan kemudian untuk mengetahui pola keruntuhan bangunan sehingga diketahui tahap-tahap terbentuknya sendi plastis (skema kelelahan) yang terjadi pada struktur dimana beban yang berkerja melebihi kapasitas momen lentur yang ditinjau. Setelah dilakukan analisis menggunakan program ETABS V 9.0, gedung yang termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* ini hanya mengalami sedikit kerusakan struktur dan nonstruktur, sehingga bangunan aman dan dapat langsung dihuni kembali. Hasil penelitian gaya lateral maksimum sebesar 594,0694 ton terjadi pada step-8 *pushover analysis*. Berdasarkan *performance point*, gaya geser dasar  $V = 345,3610$  ton, *displacement* pada step ke-3 sebesar  $0,0760\text{m} > 0,037\text{m}$  (D), Kinerja struktur tidak melewati LS (*life safety*), maksimum *total drift* = 0,0021 dan maksimum *inelastic drift* = 0,00155. Hal ini menunjukkan bahwa gedung yang ditinjau termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO), sehingga bila terjadi gempa, gedung hanya mengalami sedikit kerusakan struktur dan nonstruktur, sehingga bangunan aman dan dapat langsung dihuni kembali.

Runtu, F.I (2015), dalam penelitiannya yang berjudul Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan Beton Bertulang Dengan Analisa *Pushover*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui simpangan dan gaya geser dasar terhadap pola penempatan dinding geser sebanyak 20 tipe dengan menggunakan analisis *pushover* dengan program SAP2000. Menggunakan peta *hazard* gempa Indonesia tahun 2010 dengan tiga jenis beban spektrum yaitu gempa kuat dengan kala ulang 2500 tahun dan probabilitas terlampaui sebesar 2% untuk umur bangunan 50 tahun, gempa sedang dengan kala ulang 1000 tahun dan probabilitas terlampaui 10% untuk umur bangunan 100 tahun dan gempa lemah dengan kala ulang 500 tahun dan probabilitas terlampaui 10% untuk umur bangunan 50 tahun. Penerapan ketiga jenis

beban spektrum ini diterapkan pada lima jenis kondisi situs tanah yakni SA, batuan keras, SB, batuan biasa, SC, tanah sangat padat dan batuan lunak, SD, tanah sedang, dan SE, tanah lunak. Hasil penelitian didapatkan bahwa pola penempatan dinding geser berdasarkan hazard 2500 tahun, pada kelas Situs A mengikuti pola model 19, kelas situs B dan C mengikuti pola model 13, kelas situs D mengikuti pola model 12, dan kelas situs E mengikuti model 4. Berdasarkan hazard 500 tahun, seluruh kelas situs dari A sampai E mengikuti pola model 11. Berdasarkan hazard 1000 tahun, kelas Situs A mengikuti pola model 19 dan atau 20, kelas situs B dan C, mengikuti pola model 19 dan atau 4, kelas situs D, mengikuti pola model 11 dan atau 19, dan kelas situs E mengikuti pola model 4 dan atau 12.

Nurhadi, Muhamad (2014), dalam penelitiannya yang berjudul *Evaluasi Kinerja Gaya Gempa Pada Struktur Gedung Bertingkat Dengan Analisis Pushover Berdasar Pada Drift dan Displacement Menggunakan Software ETABS*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja gedung berdasarkan mekanisme terbentuknya sendi plastis pada balok kolom serta hubungan base shear dengan displacement pada kurva pushover dan kurva seismic demand. Metode yang digunakan adalah analisis statik nonlinier pushover dengan menggunakan program ETABS. Evaluasi kinerja dapat dilakukan dengan analisis statik nonlinier pushover yang mengacu pada ATC-40. Berdasarkan nilai ratio drift pada arah x 0,00327 dan nilai ratio drift pada arah y 0,00341, maka total drift gedung ini aman dan memenuhi syarat evaluasi kinerja batas layan dan batas ultimit sesuai SNI SNI 03-1726 -2002. Dari kurva kapasitas tinjauan nilai maksimal *ratio in-elastic Drift* adalah 0,00318 dan nilai maksimal *ratio in-elastic Drift* y adalah 0,00332 memberi gambaran perilaku struktur mulai dari kondisi elastis, in-elastis kemudian mengalami kondisi diambang keruntuhan yang ditunjukkan dengan penurunan kurva maka gedung termasuk dalam level kinerja Immediate Occupancy (IO) Berdasarkan nilai *Drift* untuk arah x dan y kurang dari 0,01 maka kinerja gedung termasuk dalam *Immediate Occupancy* sedangkan nilai *in elastic drift* untuk arah x dan y lebih kecil atau sama dengan 0,005 maka menurut ATC-40 nilai level kinerja termasuk *Immediate Occupancy*. Dari hasil grafik analisis pushover struktur gedung berperilaku linier. Konsep desain kolom kuat balok lemah tidak terpenuhi hal ini

ditunjukkan terbentuknya sendi plastis diawali dari elemen kolom. Pada saat mencapai *performance point* mayoritas elemen kolom berbentuk sendi plastis tetapi gedung cukup aman.

### 2.3 PERBANDINGAN PENELITIAN

Perbandingan penelitian yang terdahulu dengan yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian

No.	Peneliti	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Yunalia Muntafi (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluasi kinerja bangunan gedung DPU wilayah kabupaten Wonogiri dengan analisis <i>pushover</i>.</li> <li>- Mengetahui kurva kapasitas (<i>pushover curve</i>), titik kinerja (<i>performance point</i>) dan tahap-tahap terbentuknya sendi plastis (skema kelelehan) sampai gedung tersebut runtuh.</li> </ul>	<i>Pushover Analysis</i> (kurva kapasitas ), serta tingkat kinerja struktur diatur dalam ATC-40 ( <i>Capacity Spectrum Method</i> , Prosedur B).	Dari kurva kapasitas, setelah terjadi perpindahan maksimum struktur sebesar 0,5688m, struktur bergoyang ke arah berlawanan dan mengalami penurunan gaya geser dasar dan mendadak <i>collapse</i> dan pada distribusi sendi plastis terlihat besar nilai <i>displacement</i> struktur pada step ke-3 adalah 0,0760 m > 0,037 (Dt), kinerja yang diperlihatkan oleh struktur tidak ada yang melewati batas LS ( <i>life safety</i> ). Level kinerja menurut ATC 40 menunjukkan bahwa gedung yang ditinjau masih dalam level kinerja <i>Immediate Occupancy</i> dan memenuhi syarat yang didesain untuk perkantoran.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan penelitian

No.	Peneliti	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
2	F.I Runtu (2015)	- Mengkaji perilaku struktur dengan variasi pola penempatan dinding geser dengan analisis <i>pushover</i> terhadap <i>displacement</i> dan <i>base shear</i> menggunakan metode Modifikasi Perpindahan (FEMA 440)	<i>Pushover Analysis</i> (kurva kapasitas ) dan titik kinerja menggunakan metode Modifikasi Perpindahan (FEMA 440)	<p>Untuk perencanaan bangunan gedung tahan gempa berdasarkan hazard 2500 tahun, yakni probabilitas terlampaui 2% untuk umur bangunan 50 Tahun, maka penempatan dinding geser pada kelas Situs A mengikuti pola model 19, kelas situs B dan C mengikuti pola model 13, kelas situs D mengikuti pola model 12, dan kelas situs E mengikuti model 4.</p> <p>Untuk perencanaan bangunan gedung tahan gempa berdasarkan hazard 500 tahun, yakni probabilitas terlampaui 10% untuk umur bangunan 50 Tahun, maka penempatan dinding geser pada kelas seluruh kelas situs dari A sampai E mengikuti pola model 11.</p> <p>Untuk perencanaan bangunan gedung tahan gempa berdasarkan hazard 1000 tahun, yakni probabilitas terlampaui 10% untuk umur bangunan 100 Tahun, maka penempatan dinding geser pada kelasSitus A mengikuti pola model 19 dan atau 20, kelas situs B dan C, mengikuti pola model 19 dan atau 4, kelas situs D, mengikuti pola model 11 dan atau 19, dan kelas situs E mengikuti pola model 4 dan atau 12.</p>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan penelitian

No.	Peneliti	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3	Muhamad Nurhadi (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluasi kinerja gaya gempa pada struktur gedung bertingkat dengan analisis <i>pushover</i> berdasar pada <i>drift</i> dan <i>displacement</i> menggunakan software ETABS. (Studi kasus: Hotel di Wilayah Karanganyar)</li> <li>- Struktur gedung berfungsi sebagai hotel yang terdiri dari 12 lantai dengan tinggi antar lantai 3,5m. Struktur gedung menggunakan beton bertulang dengan sistem struktur SRPMK.</li> <li>- Mengetahui kinerja gedung berdasarkan mekanisme terbentuknya sendi plastis pada balok kolom serta hubungan <i>base shear</i> dengan <i>displacement</i> pada kurva <i>pushover</i> dan kurva <i>seismic demand</i>.</li> </ul>	<i>Pushover Analysis</i> (kurva kapasitas ), serta tingkat kinerja struktur diatur dalam ATC-40 ( <i>Capacity Spectrum Method</i> , Prosedur B).	<p>Dari kurva kapasitas tinjauan nilai maksimal <i>ratio in-elastic Drift</i> adalah 0,00318 dan nilai maksimal <i>ratio in-elastic Drift y</i> adalah 0,00332 memberi gambaran perilaku struktur mulai dari kondisi elastis, in-elastis kemudian mengalami kondisi diambang keruntuhan yang ditunjukkan dengan penurunan kurva maka gedung termasuk dalam level kinerja Immediate Occupancy (IO)</p> <p>Berdasarkan nilai <i>Drift</i> untuk arah x dan y kurang dari 0,01 maka kinerja gedung termasuk dalam <i>Immediate Occupancy</i> sedangkan nilai <i>in elastic drift</i> untuk arah x dan y lebih kecil atau sama dengan 0,005 maka menurut ATC-40 nilai level kinerja termasuk <i>Immediate Occupancy</i>.</p>

#### 2.4 KEASLIAN PENELITIAN

Berdasarkan uraian pada Tabel 2.1 maka dapat dilihat perbedaan penelitian yang dilakukan sekarang dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Berdasarkan tinjauan pustaka yang dilakukan, belum pernah ada penelitian yang meneliti tentang **“Pengaruh Penempatan Dinding Geser Pada Struktur Gedung Bertingkat Simetri Terhadap Kurva Kapasitas dan Simpangan Atap Dengan Analisis *Pushover*”**. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah menggunakan struktur dinding geser yang divariasikan penempatannya pada struktur gedung bertingkat simetri yang dianalisis menggunakan analisis *pushover* dan dibandingkan hasil dari kurva kapasitas dan simpangan atap yang terjadi.