

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Kolom

Menurut Asroni (2010), pada struktur konstruksi bangunan gedung, kolom berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari kolom dan pelat, untuk diteruskan dari ke tanah dasar ke fondasi. Beban dari balok dan pelat ini merupakan beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi). Oleh karena itu dapat didefinisikan, kolom ialah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan/tanpa momen lentur. Kolom dibedakan beberapa jenis menurut bentuk dan susunan tulangan, serta letak/posisi beban aksial pada penampang kolom. Disamping itu dapat dibedakan menurut ukuran panjang-pendeknya kolom dalam hubungan dengan dimensi lateral.

2.2 Analisis Pushover

Menurut Hizkia (2014), analisis beban dorong statik (*Static Pushover Analysis*) merupakan analisis perilaku keruntuhan suatu bangunan terhadap gempa dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur gedung dianggap sebagai beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang mengakibatkan pelelehan disatu atau beberapa lokasi distruktur tersebut, kemudian dengan peningkatan beban menjadi perubahan bentuk elastoplastis yang besar sampai mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

2.3 Kurva Kapasitas

Menurut Henuk (2012), kurva kapasitas hasil dari analisis statik beban dorong menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar (*base shear*) dan

perpindahan atap akibat beban lateral yang diberikan pada struktur dengan pola pembebanan tertentu sampai kondisi ultimit. Kurva kapasitas akan memperlihatkan suatu kondisi linier sebelum mencapai kondisi leleh dan sebelum berperilaku non linier. Perubahan perilaku dari linier menjadi non linier berupa penurunan kekuatan yang diindikasikan dengan kemiringan kurva akibat terbentuknya sendi plastis pada balok dan kolom.

2.4 Sendi Plastis

Menurut Afandi (2010), struktur gedung apabila menerima beban gempa pada tingkatan / kondisi tertentu, akan terjadi sendi plastis (*hinge*) pada balok gedung tersebut. Sendi plastis merupakan bentuk ketidakmampuan elemen struktur (balok dan kolom) menahan gaya dalam. Perencanaan suatu bangunan harus sesuai dengan konsep desain kolom kuat balok lemah. Apabila terjadi suatu keruntuhan struktur, maka yang runtuh adalah balok dahulu. Apabila kolom runtuh maka struktur langsung hancu. Sendi plastis akibat momen lentur terjadi pada struktur jika beban yang bekerja melebihi kapasitas momen lentur yang ditinjau. Semakin banyak sendi plastis yang terjadi berarti semakin bagus, karena semakin banyak terjadi pemecah energi dari terbentuknya sendi plastis sebelum struktur terlampaui.

2.5 Penelitian Sebelumnya

2.5.1 Penelitian Mengenai Perilaku Kolom Pipih pada Bangunan Bertingkat

Penelitian oleh Richard Frans dkk (2013) bertujuan untuk menganalisis diagram interaksi kolom pipih beton bertulang dengan bentuk penampang huruf "L" dan "T". Bentuk penampang kolom yang umumnya digunakan (bujur sangkar atau empat bujur sangkar panjang) diubah menjadi kolom pipih dengan ukuran lebar mengikuti tebal dinding sehingga tidak terlihat penonjolan pada dinding. Perubahan tersebut dilihat dari analisis diagram interaksi kolom yang menghubungkan antara beban aksial dengan momen lentur pada anggota-anggota tekan. Diagram interaksi kolom dapat digunakan untuk mendesain langsung kolom pipih dengan kekuatan mengikuti jenis penampang yang sesuai dengan penampang yang terjadi, dan dapat menentukan daerah keruntuhan kolom melalui

diagram interaksi tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi pembebanan terhadap kolom menjadi salah satu faktor utama dalam penentuan luas tulangan. Sedangkan besar dari momen nominal dan gaya aksial nominal sangat bergantung pada penampang tulangan dan diameter tulangan yang digunakan. Metode penelitian ini menggunakan analisis diagram interaksi kolom dengan menggunakan program SAP 2000 v14 dan dimodelkan dalam bentuk dua dimensi. Pada penelitian dengan menggunakan metode uniaksial ekuivalen terjadi peningkatan rasio tulangan untuk kolom L dari 1% menjadi 2% sedangkan untuk kolom T, Peningkatan rasio tulangan dari 1% menjadi 3% jika dibanding terhadap hasil perhitungan dengan penampang kolom bujur sangkar.

Penelitian oleh Limbongan dkk (2016) bertujuan untuk mengetahui cara mendesain kolom pipih baton bertulang pada bangunan betingkat dan perilaku kolom pipih pada bangunan tersebut, dengan analisis dan desain didasarkan atas SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-2847-2013. Permodelan dan analisa simpangan yang terjadi di tiap lantai dilakukan dengan *software* ETABS dan ditinjau secara 3 dimensi. Daerah struktur adalah 4 bentang arah X dan 3 bentang arah Y serta masing-masing panjang bentang 4 m. Analisis model dilakukan dengan variasi tebal yaitu 15 cm, 20 cm, dan 25 cm, serta variasi tinggi tiap lantainya yaitu 3 m, 3,2 m, dan 3,5 m. Tebal dinding 15 cm mempunyai tinggi optimum lantai yang kecil sedangkan pada tebal 25 cm mempunyai tinggi optimal lantai yang dihasilkan besar, namun dari beberapa pertimbangan tebal 20 cm dengan tinggi 3,2 m dianggap yang paling ekonomis pada analisis struktur kolom, jenis kolom panjang atau kolom langsing dan terlihat dari rasio kelangsingan ($40,93 > 22$) dengan keadaan bergoyang.

2.5.2 Penelitian Terhadap Penggunaan *Pushover Analysis* Untuk Mengetahui Kurva Kapasitas

Penelitian oleh Vicky dkk (2014) bertujuan untuk menganalisis kerentanan beton bertulang yang menjadi objek studi dengan analisis *pushover*. Penelitian dilakukan dengan memodelkan bangunan beton bertulang kedalam program SAP2000. Struktur dianalisis kekakuan penampangnya secara elastis, kemudian

dianalisis beban seismiknya dengan program bantu *pushover analysis*. Nilai *displacement* dan *base shear* yang dihasilkan dari analisis tersebut akan didefinisikan kedalam katagori level kondisi bangunan yang terdapat pada peraturan SNI-1726-2002 dan FEMA 273. Berdasarkan hasil perhitungan numerik yang dilakukan melalui analisis *pushover*, maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan gempa yang terjadi berada dalam *range* antara 100% sampai 120% dari kekuatan gempa rencana, hal ini dapat dibuktikan melalui data-data dari hasil dokumentasi keadaan bangunan pasca gempa dilapangan yang menunjukkan bahwa kondisi bangunan pasca gempa berada pada katagori IO (*Immediate Occupancy Level*). Artinya tidak ada kerusakan berarti pada struktur.

Penelitian oleh Budi (2011) 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 ETABS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gaya geser dari evaluasi *pushover* pada arah x sebesar 5453,453 ton. Gaya geser dasar tersebut lebih besar dari gaya geser rencana 2077,265. Maksimum total *drift* adalah 0,0017 m, Sehingga gedung termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy (IO)*. Nilai *displacement* adalah 0,089 m. *Displacement* pada gedung tidak melampaui *displacement* maksimal, sehingga gedung aman terhadap gempa rencana.

2.6 Keaslian Penelitian

Dari studi pustaka di atas dapat dilihat perbedaaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya, yang dirangkum pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Yang Dilakukan

	Penelitian Terdahulu				Penelitian yang dilaksanakan
Nama Peneliti (tahun)	Richard Frans, Frits Thioriks, Jonie Tanijaya, dan Hendry Tanoto Kalangi (2013)	Vicky Rizcky (2014)	Steven Limbongan (2016)	Anindityo Budi (2011)	Rizky Dwituurnianto (2018)
Judul	Analisis Diagram Interaksi Kolom Pada Perencanaan Kolom Pipih Beton Bertulang.	Evaluasi Kinerja Beton Bertulang Dengan <i>Pushover Analysis</i> Akibat Beban Gempa Padang	Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih Pada Gedung Bertingkat	Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis <i>Pushover</i> Prosedur A Menggunakan Program ETABS V 9.50	Perbandingan Kurva Kapasitas Pada Struktur Beton Bertulang Dengan Kolom Pipih Dan Kolom Bujur sangkar
Metode Penelitian	Analisis struktur menggunakan analisis diagram interaksi kolom pipih dengan bentuk penampang berbentuk "L" dan "T". dengan perhitungan momen lentur nominal (Mn) menggunakan pendekatan uniaxial ekuivalen untuk kolom "L", hasil uji beban mengacu pada SNI 03-1727-2002. untuk beban dinamik dimodelkan dengan SAP 2000 versi 14.	Metode analisis yang digunakan adalah analisis <i>pushover</i> . hasil uji beban mengacu pada SNI 03-1727-2002 dan FEMA 273 serta dimodelkan dengan SAP 2000.	Metode analisis yang digunakan adalah analisis <i>pushover</i> . dengan analisis dan desain didasarkan atas SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-2847-2013. Permodelan dan analisa simpangan yang terjadi di tiap lantai dilakukan dengan <i>software</i> ETABS dan ditinjau secara 3 dimensi.	Analisis struktur menggunakan metode analisis statik nonlinier <i>pushover</i> dengan menggunakan Program ETABS V 9.50 yang mengacu pada SNI 03-1727-2002, RSNI 03-1726-2010, SNI 03-1727-1989, dan ATC-40.	Analisis struktur menggunakan metode analisis <i>pushover</i> (statik) Permodelan dan analisa simpangan yang terjadi di tiap lantai dilakukan dengan <i>software</i> SAP 2000 dan ditinjau secara 3 dimensi, dengan analisis dan desain didasarkan atas SKBI 1.3.53.1987, SNI 03-1726-2012, SNI 03-2847-2013, dan ATC-40.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Yang Dilakukan

	Penelitian Terdahulu				Penelitian yang dilaksanakan
Nama Peneliti (tahun)	Richard Frans, Frits Thioriks, Jonie Tanijaya, dan Hendry Tanoto Kalangi (2013)	Vicky Rizcky (2014)	Steven Limbongan (2016)	M. Ridwan (2014)	Rizky Dwituurnianto (2018)
Hasil Penelitian	Pada penelitian dengan menggunakan metode uniaksial ekuivalen terjadi peningkatan rasio tulangan untuk kolom L dari 1% menjadi 2% sedangkan untuk kolom T, Peningkatan rasio tulangan dari 1% menjadi 3% jika dibanding terhadap hasil perhitungan dengan penampang kolom bujur sangkar.	Kekuatan gempa yang terjadi berada dalam range antara 100% sampai 120% dari kekuatan gempa rencana, hal ini dapat dibuktikan melalui data-data dari hasil dokumentasi keadaan bangunan pasca gempa dilapangan yang menunjukkan bahwa kondisi bangunan pasca gempa berada pada kategori IO (<i>Immediate Occupancy Level</i>). Artinya, tidak ada kerusakan berarti pada struktur.	Tebal dinding 15 cm mempunyai tinggi optimum lantai yang kecil sedangkan pada tebal 25 cm mempunyai tinggi optimal lantai yang dihasilkan besar, namun dari beberapa pertimbangan tebal 20 cm dianggap yang paling ekonomis pada analisis struktur kolom, jenis kolom panjang atau kolom langsing dan terlihat dari rasio kelangsingan ($40,93 > 22$) dengan keadaan bergoyang.	Gaya geser dari evaluasi <i>pushover</i> pada arah x sebesar 5453,453 ton. Gaya geser dasar tersebut lebih besar dari gaya geser rencana 2077,265. Maksimum total <i>drift</i> adalah 0,0017 m, Sehingga gedung termasuk dalam level kinerja <i>Immediate Occupancy (IO)</i> . Nilai <i>displacement</i> adalah 0,089 m. <i>Displacement</i> pada gedung tidak melampaui <i>displacement</i> maksimal, sehingga gedung aman terhadap gempa rencana.	Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai gaya dasar yang dihasilkan kolom bujur sangkar yaitu 1244,66 kN lebih besar dibanding kolom pipih sebesar 1179,25 kN. Dan Senda plastis yang terjadi pada struktur dapat dilihat dari nilai leleh pada kurva analisis <i>pushover</i> yaitu $V_x = 1000,533$ (kolom pipih arah x), $V_y = 1019,486$ (kolom pipih arah y), $V_x = 1078,805$ (kolom bujur sangkar arah x) dan $V_y = 1071,549$ (kolom bujur sangkar arah y).

Dilihat dari penelitian-penelitian terdahulu yang hampir sama dan mendekati dengan penelitian ini, belum ada penelitian mengenai analisis perbandingan kurva kapasitas pada kolom berbentuk pipih dan bujur sangkar di Indonesia. Hal ini dikarenakan penggunaan kolom pipih berbentuk L dan T masih merupakan *trend* baru dalam perencanaan struktur gedung di Indonesia.

Berdasarkan tinjauan dari beberapa penelitian di atas, penelitian mengenai analisis perbandingan kurva kapasitas pada kolom berbentuk pipih dan bujur sangkar yang dimodelkan pada gedung 4 (empat) lantai yang terletak di Yogyakarta dengan kondisi tanah sedang belum pernah dilakukan. Dilihat dari fungsi dan model bangunan serta peraturan yang digunakan berupa SNI terbaru, yaitu peraturan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-2847-2013. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian Limbongan (2016) mengenai kolom pipih, yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah fungsi gedung, jenis tanah, daerah penelitian, dan analisis yang digunakan.