

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Analisis Non-Linear

Pada analisis struktur linear statis, struktur dimodelkan pada kondisi elastis dan tidak mengalami perubahan penampang. Kondisi ini cocok apabila struktur terkena beban gempa kecil. Namun apabila struktur terkena beban gempa besar struktur akan mengalami kondisi plastis dan sudah tidak elastis. Pada kondisi ini analisis struktur linear statis kurang cocok diterapkan pada daerah yang memiliki frekuensi gempa yang sering dan besar. Pada saat struktur memasuki daerah plastis maka perilaku struktur akan menjadi berbeda karena dipengaruhi oleh ketidaklinearan geometri dan material.

Perbedaan yang mencolok dalam analisis non-linear dibandingkan dengan analisis linear adalah kekakuan struktur pada analisis non-linear tidak tetap dan selalu berubah. Kekakuan yang tidak konstan diakibatkan oleh ketidaklinearan material dan geometri. Semua material di dunia ini memiliki batas elastis, sehingga setiap material akan memasuki kondisi plastis apabila material tersebut dikenai gaya yang berlebihan.

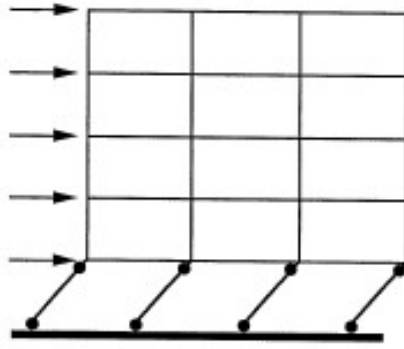
Ketidaklinearan geometri juga memengaruhi dalam kekakuan yang tidak konstan. Penampang elemen struktur seperti balok dan kolom dapat berubah apabila menerima beban terus menerus yang mengakibatkan penampang elemen tersebut tidak dalam kondisi awal perencanaan. Sehingga ketidaklinearan geometri perlu diperhitungkan dalam analisis struktur.

3.2. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Dalam SNI 1726-2012 disebutkan bahwa ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak adalah bangunan yang memiliki suatu tingkat di mana kekakuan lateralnya kurang dari 70 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80 persen kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak dapat digolongkan berlebihan apabila kekakuan lateralnya kurang dari 60 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70 persen kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.

Suatu bangunan dengan adanya tinggi suatu tingkat yang berbeda dengan tinggi tingkat yang lain dan dimensi kolom yang sama pada semua tingkat, maka tingkat yang lebih tinggi tersebut akan lebih kecil kekakuannya. Bila kekakuan lateral tidak memenuhi syarat, maka efek $P-\Delta$ dapat menimbulkan momen sekunder yang signifikan sehingga menurunkan kinerja struktur tingkat yang memiliki tinggi berlebihan tersebut sehingga dapat berpotensi mengalami kegagalan *soft story* (Budiono & Wicaksono, 2016).

Pada saat terjadi gempa bumi, gaya lateral yang diakibatkan oleh getaran tanah terkonsentrasi pada tingkat dengan kekakuan yang kecil (tingkat lunak). Adanya tingkat lunak tersebut dapat mengakibatkan terjadinya sendi plastis yang terbentuk pada ujung-ujung kolom sehingga struktur tersebut dapat mengalami keruntuhan seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 3.1 Mekanisme kegagalan *soft story*

Sumber: (Swamy et al., 2015)

3.3. Ketidakberaturan Massa

Ketidakberaturan massa adalah bangunan yang memiliki massa efektif pada seluruh tingkat lebih dari 150 persen massa efektif tingkat didekatnya. Massa yang berlebihan dalam suatu bangunan contohnya seperti kolam renang, ruang mechanical, area parkir mobil, dll. Seperti ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak, ketidakberaturan massa juga memberikan efek $P-\Delta$ sehingga perlu dicermati dalam tahap perencanaan struktur bangunan tersebut.

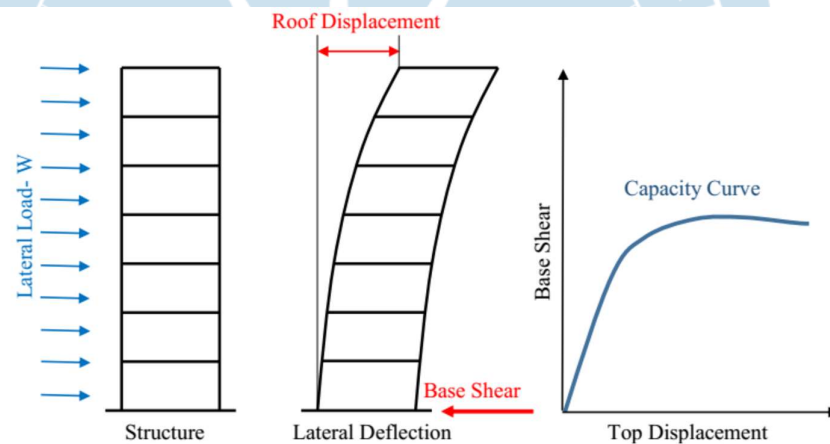
3.4. Pushover Analysis

Pushover analysis adalah analisis statis non-linear sederhana untuk mengetahui perilaku bangunan saat mengalami kondisi plastis sampai keruntuhan. *Pushover analysis* merupakan salah satu metode assesmen yang digunakan dalam *performance based design*.

Pushover analysis dilakukan dengan cara memberikan beban statis lateral ke arah yang diinginkan kemudian beban tersebut ditingkatkan secara bertahap sampai komponen struktur mengalami kondisi plastis dan struktur

mencapai titik keruntuhan. Dalam FEMA-356, dijelaskan bahwa dalam semua *pushover analysis* setidaknya ada 2 distribusi beban lateral yang harus di terapkan yaitu *modal pattern* dan *uniform pattern*. Penggunaan lebih dari satu pola beban dimaksudkan untuk mengetahui perilaku bangunan yang mungkin terjadi saat terjadi gempa aktual.

Hasil dari *pushover analysis* adalah kurva kapasitas. Dalam kurva kapasitas terdapat relasi antara *base shear* dan *displacement*. Kurva kapasitas yang telah didapat diolah dengan metode tertentu sehingga didapat titik kinerja struktur.

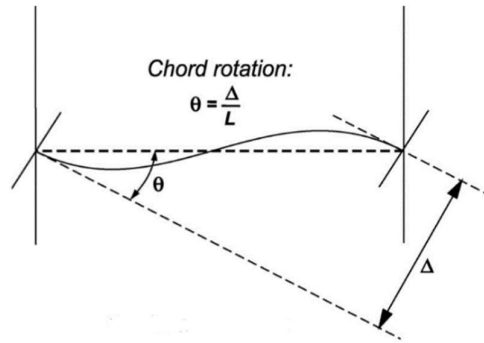


Gambar 3.1 Mekanisme *Pushover Analysis*

Sumber: (Marabi & Marsono, 2017)

3.5. Chord Rotation

Chord rotation merupakan sudut yang terbentuk antara tangen defleksi ujung elemen dengan sumbu saat elemen ujung mengalami kelelahan kemudian dibagi dengan panjang bentang elemen. *Chord Rotation* digambarkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Chord Rotation

Sumber: (ASCE, 2017)

