

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis gaya dalam akibat gempa pada bangunan gedung dapat dilakukan dengan empat metode yakni metode statik ekuivalen, metode modal respon spektrum, metode modal riwayat waktu (*time history*) linier dan metode riwayat waktu (*time history*) nonlinier. Metode statik ekuivalen memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan proses analisis tetapi metode ini hanya berlaku untuk bangunan sederhana yang berespon secara linier elastik. Metode modal respon spektrum merupakan metode dinamis dimana sistem MDOF (*multi degree of freedom*) ditransformasikan menjadi sejumlah SDOF (*single degree of freedom*) sesuai dengan jumlah derajat kebebasan dari bangunan tersebut. Respon akhir dari bangunan merupakan superposisi (penggabungan) dari respon yang terjadi pada masing-masing mode. Sama seperti metode statik ekuivalen, metode ini juga hanya dapat diterapkan pada bangunan yang berespon secara linier elastik. Metode modal riwayat waktu linier adalah metode yang menggunakan riwayat percepatan gempa sebagai input beban pada sistem SDOF yang merupakan hasil transformasi MDOF, selanjutnya respon akhir struktur diperoleh dengan cara superposisi atau penggabungan, sama dengan cara yang diterapkan pada metode modal respon spektrum. Sedangkan metode riwayat waktu nonlinier merupakan metode integrasi langsung terhadap sistem struktur MDOF untuk mendapatkan respon perpindahan, percepatan, dan kecepatan dari bangunan. Dari keempat metode analisis gaya dalam di atas, metode statik ekuivalen, respon spektrum dan metode modal riwayat waktu atau metode analisis riwayat waktu linier, hanya dapat digunakan pada bangunan yang berespon secara linier elastik. Sedangkan metode yang disebut terakhir dapat digunakan untuk sistem yang berespon secara linier elastik maupun untuk bangunan yang berespon secara nonlinier.

SNI 03-1726-2012, menetapkan 4 metode yang digunakan dalam analisis gaya dalam yaitu statik ekuivalen, analisis spektrum respon ragam (respon spektrum), metode analisis riwayat waktu linier dan metode riwayat waktu nonlinier. SNI memperkenankan penggunaan ketiga metode linier di atas (*statik ekuivalen, respon spektrum, dan respon riwayat waktu linier*) untuk menganalisa gaya-gaya pada bangunan, termasuk untuk bangunan yang berespon secara inelastik ketika mengalami gempa kuat. Dengan catatan desain elemen struktur tetap menggunakan metode desain ultimit dengan atau tanpa desain kapasitas. Keempat metode tersebut mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing, karena itu aplikasinya tergantung pada tujuan analisis yang ingin dicapai. Dari gambaran ini

dapat disimpulkan bahwa untuk kebutuhan desain keempat metode diatas dapat digunakan untuk menentukan gaya dalam pada elemen struktur.

Pada kenyataannya beban gempa bersifat acak, Setiap gempa memiliki karakteristiknya masing-masing yang dapat dilihat melalui: percepatan tanah maksimum (PGA), durasi gempa, dan frekuensi konten. Pengaruh dari karakteristik gempa ini tidak nampak pada metode statik ekuivalen dan respon spektrum namun akan terlihat jelas pada metode modal riwayat waktu dan metode riwayat waktu nonlinier. Karena itu penggunaan metode riwayat waktu menjadi lebih populer dalam analisis gaya dalam bangunan tahan gempa saat ini. Walau demikian penggunaan metode respon riwayat waktu bukanlah tanpa masalah. Masalah pertama berkaitan dengan penetapan rekaman gempa yang akan digunakan. Pemilihan rekaman gempa merupakan masalah krusial yang harus diselesaikan secara cermat. Menurut (Kalkan dan Chopra, 2010) rekaman gempa terpilih harus bersumber dari lokasi gempa yang memiliki kemiripan karakteristik kegempaan dengan karakteristik kegempaan wilayah studi. Aspek yang harus menjadi dasar pertimbangan antara lain: magnitude, jenis tanah dan jarak patahan. Masalah kedua berkaitan langsung dengan masalah pertama yakni data: magnitude, jenis tanah dan jarak patahan daerah studi, tidak selalu tersedia. Masalah ketiga berkaitan dengan jumlah rekaman gempa minimal yang harus digunakan sehingga diperoleh hasil analisis yang dapat dipertanggung jawabkan. Menurut SNI 03-1726-2012, paling sedikit tiga gerak tanah atau rekaman gempa yang sesuai, harus digunakan untuk keperluan analisis. Data gempa tersebut dapat diambil dari berbagai sumber gempa yang tersedia misalnya di situs (peer.berkeley.edu) saat ini.

Berdasarkan uraian di atas khususnya yang berkaitan kekhasan metode analisis respon riwayat waktu maka penelitian ini mengambil judul :"**APLIKASI METODE ANALISIS RIWAYAT WAKTU (TIME HISTORY) DI DALAM DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memilih rekaman gempa dan matching rekaman gempa yang dipakai untuk analisis riwayat waktu (*time history*)?
2. Bagaimana kinerja bangunan yang memenuhi syarat SNI?
3. Bagaimana kebutuhan tulangan pada bangunan dengan menggunakan analisis riwayat waktu (*time history*)?

4. Bagaimana pendetailan struktur dengan menggunakan analisis riwayat waktu (*time history*)?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan dari penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Menentukan rekaman gempa dan matching rekaman gempa yang sesuai dengan spektrum respon desain gempa wilayah Kota Kupang.
2. Mendapatkan kinerja bangunan yang memenuhi syarat SNI.
3. Memperoleh kebutuhan tulangan pada bangunan menggunakan analisis riwayat waktu (*time history*).
4. Mendapatkan pendetailan struktur bangunan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Memahami dan mampu mendesain bangunan dengan analisis riwayat waktu (*time history*).
2. Menjadi salah satu bahan masukan bagi pihak terkait dalam melakukan analisis atau desain bangunan tahan gempa menggunakan metode analisis riwayat waktu di Kota Kupang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bangunan yang akan direncanakan adalah bangunan imajiner yang ditentukan oleh penulis, struktur gedung terdiri atas 5 lantai.
2. Lokasi perencanaan bangunan berada di Kota Kupang – NTT.
3. Jenis tanah : tanah sedang.
4. Gedung termasuk dalam kategori gedung umum (perkantoran).
5. Struktur dianalisis menggunakan analisis dinamis riwayat waktu (*time history*) linier-elastik.
6. Jenis struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang dengan kuat tekan beton (f_c) sebesar 30 Mpa, kuat leleh baja tulangan memanjang sebesar 420 Mpa dan kuat leleh baja tulangan geser sebesar 280 Mpa.
7. Pengaruh beban angin pada bangunan tidak diperhitungkan dengan anggapan bahwa pengaruh gempa sangat dominan.

8. Analisa dilakukan dalam pemodelan 3 dimensi menggunakan software ETABS 2015.
9. Desain hanya dilakukan terhadap komponen struktur utama (portal terpilih), meliputi : balok, kolom, joint balok-kolom.
10. Sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRMPK).
11. Rasio tulangan memanjang pada kolom dibatasi 1% sampai 4%, untuk menghindari kepadatan pada tulangan.
12. Rekaman gempa yang digunakan diperoleh dari situs peer.berkeley.edu.

1.6 Keterkaitan Dengan Peneliti Terdahulu

Penelitian ini mempunyai keterkaitan dengan beberapa penelitian terdahulu, diantaranya:

1. Perbandingan Respon Struktur Beraturan Dan Ketidakberaturan Horizontal Sudut Dalam Akibat Gempa Dengan Menggunakan Analisis Statik Ekuivalen Dan *Time History*.

Penelitian dilakukan oleh Tarigan dan Teruna (2014), bertujuan untuk meninjau keakurasian dari analisis statik ekuivalen terhadap analisis *time history* dalam menghitung respons struktur gedung beraturan dan gedung tidak beraturan (yang memiliki ketidakberaturan sudut dalam). Struktur yang ditinjau adalah 2 buah model bangunan dengan konfigurasi struktur yang memiliki perbedaan sudut dalam, yaitu struktur beraturan dengan sudut dalam 10% dan struktur tidak beraturan dengan sudut dalam 40%. Masing-masing struktur berlantai 8 dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRMPK) dan berfungsi sebagai gedung perkantoran. Kedua struktur tersebut dianalisis dengan *statik ekuivalen* dan analisis dinamik riwayat waktu atau dikenal juga dengan metode modal *time history*. Dalam studi ini menggunakan 4 rekaman gempa yang telah disesuaikan dengan respon spektra desain kota Padang untuk jenis tanah sedang. Keempat rekaman gempa terpilih adalah gempa parkfield, gempa imperial valley, gempa lomacoralito, dan gempa imp parachute. Proses analisis dilakukan secara tiga dimensi (3D) dengan bantuan program SAP 2000 versi 14. Hasil yang ditampilkan adalah respon struktur yang dinyatakan dalam bentuk perpindahan (*displacement*), rasio simpangan antar lantai (*drift ratio*), dan momen lentur (*bending momen*) balok dan kolom. Respon struktur yang diperoleh dari kedua metode analisis dibandingkan satu terhadap yang lainnya. Dari hasil perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa *analisis statik ekuivalen* masih akurat digunakan pada struktur beraturan dengan sudut dalam 10% karena memiliki nilai respon struktur yang lebih besar dibandingkan dengan analisis *time history*. Sedangkan untuk struktur tidak beraturan dengan sudut dalam

40%, analisis statik ekuivalen sudah tidak akurat digunakan karena memiliki sebagian nilai respon struktur yang lebih kecil dibandingkan dengan analisis *time history*.

2. Analisis Dan Desain Struktur Beton Bertingkat Banyak Dengan Berdasarkan Perbandingan Analisis Respons Spektrum Dan Dinamik Riwayat Waktu

Penelitian oleh Pratiwi (2017) ini menjelaskan tentang perbandingan respons struktur antara analisis respons spektrum dan dinamik riwayat waktu pada sebuah bangunan tidak beraturan 9 lantai. Bangunan berada di wilayah Yogyakarta dengan jenis tanah sedang dan berfungsi sebagai hotel. Adapun rekaman gempa yang digunakan untuk analisis dinamik riwayat waktu adalah gempa EL Centro 1979 (frekuensi tinggi), gempa El Centro 1940 (frekuensi menengah), dan gempa Duzce (frekuensi rendah). Selanjutnya hasil respons struktur maksimum diantara keduanya akan digunakan untuk keperluan desain. Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan program ETABS versi 9.6. Hasil analisis menunjukkan bahwa respons struktur seperti *displacement*, simpangan antar lantai, momen, gaya geser, dan gaya aksial maksimum disebabkan oleh beban gempa EL Centro 1940. Urutan selanjutnya disebabkan oleh beban respons spektrum, beban gempa Duzce, dan yang terkecil disebabkan oleh beban gempa El Centro 1979. Selanjutnya perhitungan desain dilakukan dengan menggunakan hasil analisis dinamik riwayat waktu akibat beban gempa El Centro 1940 karena beban gempa tersebut menghasilkan nilai respons yang maksimum. Pada studi ini tidak ada informasi yang tersedia apa rekaman gempa tersebut sudah diskalakan atau disesuaikan dengan respon spektrum gempa rencana untuk Kota Yogyakarta.

3. Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra Dan *Time History* Untuk Desain Gedung

Penelitian oleh Bayyinah dan Faimun (2017) ini ingin membandingkan analisis linier respons spektra dan linier *time history*. Gedung didesain dengan analisis respons spektra kemudian hasil desain tersebut dievaluasi dengan analisis linier *time history*. Bangunan berada di wilayah Padang dengan jenis tanah lunak dan berfungsi sebagai Apartemen. Tinggi bangunan 47 m (12 lantai + Basement). Struktur utama yang digunakan adalah beton bertulang. Data gempa untuk *time history* menggunakan 3 rekaman gempa yaitu gempa kobe (Jepang, 1995), Imperial Valley (California, 1979) dan Tabas (Iran, 1978). Penskalaan data gempa dengan mengubah data ground motion menjadi spektrum dengan *software seismogsignal*. Dari data gempa tersebut diambil nilai terbesar. Nilai base shear respon spektra lebih besar dibandingkan analisis linier *time history*. Presentase penurunan nilai base shear dari 3(tiga) gempa dengan analisis linier *time history* terhadap analisis respon spektra yaitu sebesar 4,69% Kobe – x ; 11,32% Kobe – y; 62,4 % Imperial Valley – x ; 83,046% Imperial Valley –y; 8,1% Tabas –x dan 12,1 % Tabas – y. Hasil simpangan dengan *analisis*

respon spektra aman terhadap simpangan ijin, kemudian dievaluasi dengan analisis linier *time history* masih dalam kategori aman tapi pada simpangan arah – x, gempa Imperial Valley melebihi simpangan respon spektra dan arah y di beberapa lantai melebihi hasil analisis respon spektra. Data simpangan menunjukkan bahwa gempa Imperial Valley menyebabkan simpangan terbesar dari ketiga gempa yang ditinjau. Hasil desain dituangkan dalam gambar.

4. Evaluasi

Ketiga kajian yang disajikan di atas membahas respon struktur (termasuk perbandingan respon struktur) antara metode statik ekivalen, metode respon spektrum dan metode modal riwayat waktu. Semuanya mengacu pada SNI 2012 atau 2019. Kecuali penelitian kedua, penelitian pertama dan ketiga secara jelas mengungkapkan bahwa percepatan gempa yang digunakan dalam analisis telah dilakukan scalling atau disesuaikan dengan respon spektrum gempa rencana daerah studi. Hal yang belum diungkapkan secara jelas adalah pada aspek pertimbangan-pertimbangan dalam memilih rekaman gempa yang akan digunakan dalam analisis.

Penelitian yang dilakukan dalam studi ini akan menggali informasi tentang pemilihan rekaman gempa yang sesuai untuk Kota Kupang, dengan melakukan kajian dari berbagai sumber.