

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Selama 40 tahun terakhir, telah dicapai kemajuan yang cukup besar dalam memahami sifat gempa bumi, kerusakan struktur, dan bagaimana meningkatkan kinerja bangunan terhadap gaya gempa. Namun, masih banyak yang belum diketahui mengenai pencegahan atau mitigasi kerusakan akibat gempa di seluruh dunia. Dari gempa bumi yang selama ini terjadi dan yang baru-baru ini terjadi, disadari bahwa efek interaksi struktur dan tanah atau dikenal juga dengan *soil structure interaction* (SSI) berperan penting dalam menentukan perilaku struktur bangunan. Dari berbagai kejadian selama ini eksitasi seismik dapat dianggap sebagai fungsi mekanisme *fault rupture*, efek penjarangan gelombang, efek lokal, dan efek SSI (Shehata, 2014).

Permasalahan utama dari peristiwa-peristiwa gempa adalah: 1) sangat potensial mengakibatkan kerugian yang besar, 2) merupakan kejadian alam yang belum dapat diperhitungkan dan diperkirakan secara akurat baik kapan dan dimana terjadinya, dan 3) gempa tidak dapat dicegah, karena tidak dapat dicegah dan tidak dapat diperkirakan secara akurat, usaha-usaha yang biasa dilakukan adalah: a) menghindari wilayah dimana terdapat *fault rupture*, kemungkinan tsunami, dan *landslide*, serta b) bangunan sipil harus direncanakan dan dibangun tahan gempa (Tim revisi peta gempa, 2010)

Gempa tidak pernah membunuh manusia, tetapi gedung yang tidak aman menjadi penyebab utama timbulnya korban jiwa pada gempa. Setiap tahun 100.000 lebih kejadian gempa bisa dirasakan oleh manusia diseluruh penjuru dunia. Mulai dari gempa dengan kekuatan kecil yang hanya dirasakan oleh beberapa orang saja sampai gempa hebat yang dapat

menghancurkan seluruh kota. Banyak korban jiwa dan kehilangan harta benda yang disebabkan oleh gempa besar. Korban jiwa dan kehilangan ekonomi ini pada umumnya disebabkan oleh kerusakan dari bangunan yang menyebabkan bangunan tersebut menjadi berbahaya (FEMA, 2010).

Gempa Kobe terjadi pukul 5:46 am tanggal 17 Januari 1995. Gempa ini menyebabkan kerusakan secara menyeluruh dan kerugian mencapai 10 triliyun Yen atau 5 juta milyar Pounds Inggris. Total kerugian mencapai hampir 20% dari anggaran tahunan pemerintah Jepang. Bencana alam ini memberikan dampak besar secara ekonomi dan kemasyarakatan pada negara Jepang. Gempa Kobe menelan 5500 orang korban meninggal seketika sewaktu gempa, jika ditambahkan dengan korban tidak langsung setelah gempa Kobe lebih dari 6600 orang meninggal. Laporan medis menyebutkan bahwa 90 % korban meninggal dikarenakan bangunan runtuh (baik bangunan gedung, jalan raya dan jembatan) 1,2% korban meninggal disebabkan karna tertimpa barang-barang rumah tangga. Dalam hal ini, rekayasa struktur harus memegang tanggung jawab, karena korban terbesar yang terjadi pada gempa dikarenakan keruntuhan dari bangunan bukan dikarenakan oleh gempa itu sendiri. Dalam laporan medis juga terlihat bahwa 3875 orang yang meninggal langsung ditempat kejadian (terhimpit bangunan runtuh) dan 2940 orang dari korban meninggal setelah 15 menit gempa terjadi. Data ini menunjukkan pentingnya membangun gedung yang aman sebelum gempa kuat terjadi dibandingkan operasi penyelamatan darurat pasca gempa (Otani, 1999).

Dua gempa besar juga telah terjadi di India pada 8 tahun silam. Gempa pertama di Killari (Latur) Maharashtra pada 30 September 1993 (besar 6,4 dan korban meninggal 10.000 orang), yang kedua terjadi pada Bhuj Gujrat pada 26 Januari 2001 (kekuatan 8,1 dan meninggal lebih dari 35.000 orang). Di USA telah terjadi 2 gempa bumi salah satu nya di California pada 17 Januari 1994 (kekuatan 6,6 dan korban jiwa 57 orang), gempa kedua terjadi di Ciatel dekat dengan Canada pada 1 Maret 2001

(kekuatan 6,8 dan korban meninggal 1 orang). Ini menunjukkan dengan jelas bahwa kerusakan pada struktur dan kehilangan nyawa manusia lebih banyak pada negara berkembang seperti India dibandingkan dengan negara maju seperti USA dan Jepang. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kesadaran yang ada pada masyarakat India mengenai ketentuan standar terhadap rancangan bangunan yang tahan terhadap gempa (Dhapekar, 2012).

Gempa bumi di Yogyakarta juga menyebabkan terjadinya kerusakan struktural pada bangunan. Kerusakan yang terjadi dapat menyebabkan sebagian atau keseluruhan bangunan menjadi runtuh. Pada struktur bangunan yang mengalami pembebanan gempa bolak balik dapat menyebabkan terjadinya sendi plastis pada daerah – daerah tertentu. Apabila kerusakan terjadi pada kolom, terutama pada lantai- lantai dasar/bawah, maka bangunan akan roboh. Beberapa kerusakan yang terjadi pada kolom diantaranya: (a) dilampauinya batas kekuatan maksimal kolom dikarenakan kurangnya kapasitas kolom, (b) kurangnya pengekangan inti beton akibat jarak sengkang yang kurang rapat, dan (c) mutu beton yang terlalu rendah sehingga beton mudah hancur (Raharjo, 2006).

Indonesia termasuk salah satu negara dikawasan Asia Tenggara yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap resiko bencana gempa. Gempa Padang pada 30 September 2009 lalu menyisakan banyak pengalaman memilukan bagi masyarakat kota Padang dan sekitarnya. Selain terjadi korban jiwa dan harta dalam kejadian ini banyak bangunan gedung yang runtuh diakibatkan oleh kegagalan struktur antara lain *soft story effect*, *buckling* pada kolom langsing, kegagalan pada joint kolom dan balok, *pounding effect*, kegagalan geser pada kolom atas dan kolom bawah serta kerusakan non struktural berupa dinding pasangan bata (Teguh, 2013). Pada Gambar 1.1 dibawah ini terlihat beberapa kegagalan struktur bangunan yang disebabkan oleh gempa bumi.



(a) Keruntuhan gedung, Chile



(b) Hotel bumi minang, Padang



(c) Hotel Ambacang, Padang



(d) Jembatan penyeberangan Shinkansen, Jepang



(e) Bangunan Beton Bertulang, Jepang



(f) Pasar Pidie, Aceh

Gambar 1. 1 Kegagalan pada struktur bangunan akibat gempa

Sumber:

- a. Keruntuhan bangunan pada gempa chili [https://en.wikipedia.org/wiki/2010\\_Chile\\_earthquake](https://en.wikipedia.org/wiki/2010_Chile_earthquake), akses tanggal 13 Januari 2018 pukul 0:12 WIB.
- b. Hotel bumi minang, Padang <http://perencanaanstruktur.blogspot.co.id> diakses pada tanggal 05/09/2017 pukul 22:00 WIB
- c. Hotel ambacang, Padang <https://mukhliscaniago.wordpress.com> diakses tanggal 05/09/2017 pukul 22:10 WIB
- d. Runtuh pada jembatan penyeberangan Shinkasen (Otani, 1999)
- e. Runtuhnya bangunan beton bertulang di Shinkansen (Otani, 1999)
- f. Reruntuhan ruko di Pasar Meureudu, Kabupaten Pidie Jaya Pidie Jaya, Aceh, <http://www.bbc.com/indonesia> diakses tanggal 05/09/2017 pukul 22:10

Secara umum, struktur akan berinteraksi dengan tanah sekitarnya dengan demikian tidak diperbolehkan hanya menganalisa struktur. Juga harus dipertimbangkan bahwa dalam banyak kasus penting terutama gempa, pembebanan juga diterapkan pada tanah di sekitar struktur; ini berarti yang pertama harus dimodelkan (Wolf, 1985).

Bangunan rentan terhadap efek SSI dikarenakan adanya perubahan pada sifat dinamik dari tanah selama gaya gempa berlangsung: terutama pada bangunan diatas tanah lunak. Dikarenakan adanya efek yang merusak pada saat gempa berlangsung maka diperlukan pengkajian lebih lanjut dari pengaruh interaksi tanah dengan struktur pada bangunan akibat gerakan tanah yang disebabkan oleh goncangan gempa dan diharapkan dengan adanya kajian SSI pada struktur bangunan dapat meningkatkan keamanan bangunan terhadap gaya gempa (Hamdy, 2011).

Dalam perhitungan stuktur banyak model yang dapat digunakan untuk menggambarkan analisa struktur akibat gaya gempa. Model yang sering digunakan pada struktur gedung adalah struktur dengan tumpuan jepit. Pada tumpuan jepit jika dikenakan gaya gempa, struktur bangunan

akan berdeformasi tetapi tanah dianggap tidak mengalami pergerakan. Padahal dalam keadaan yang sebenarnya jika terjadi gempa selain terjadi deformasi struktur bangunan, tanah juga mengalami pergerakan. Dengan menggunakan pemodelan interaksi struktur dan tanah dapat diketahui pengaruh tanah terhadap struktur saat terjadi gempa (Mulyanto, 2006).

Dalam penelitian ini Penulis akan mencoba melakukan analisa mengenai kegagalan struktur bangunan dengan memodelkan bangunan dan tanah disekitar menggunakan permodelan SSI. Nanti dari analisis kegagalan struktur dengan SSI akan dihasilkan titik-titik pada struktur yang kemungkinan akan mengalami kondisi kritis ketika terjadinya gempa. Penelitian ini difokuskan pada daerah yang kemungkinan mengalami kegagalan struktur saat terjadinya gempa.

## **I.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **I.2.1 Tujuan penelitian**

1. Menentukan besarnya gaya gempa yang terjadi pada struktur pada tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak.
2. Menentukan kegagalan struktur bangunan gedung akibat beban gempa sehingga dapat diketahui juga titik – titik kritis pada gedung yang sering mengalami kegagalan struktur.
3. Menentukan perbedaan interaksi tanah dan struktur pada tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak.

### **I.2.2 Manfaat penelitian**

Tulisan ini ditujukan pada pelaku industri konstruksi, baik perencana, pelaksana (kontraktor) maupun pengawas konstruksi bangunan dan praktisi-praktisi yang terlibat dalam industri konstruksi untuk bersama – sama mewujudkan bangunan yang tahan/ramah terhadap gempa sehingga akibat

kegagalan struktur dan kerugian lainnya yang terjadi akibat gempa bisa diminimalisir.

### **I.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bangunan yang dimodelkan adalah bangunan gedung 3 lantai.
2. Analisis dilakukan dengan menggunakan aplikasi sap2000 v 11.
3. Untuk bangunan gedung akan dimodelkan dalam bentuk frame 3D dengan material beton bertulang. Sementara untuk tanah akan dimodelkan dalam model elemen solid.
4. Beban-beban yang diperhitungkan dalam analisa meliputi, beban mati/ berat sendiri bangunan (*dead load*), beban hidup (*live load*) dan beban gempa (*earthquake load*).
5. Analisa struktur yang digunakan untuk gempa adalah analisa dinamik dengan respon spectrum pada kondisi tanah keras (SC), tanah sedang (SD) dan tanah lunak (SE)
6. Bangunan diasumsikan berada pada wilayah gempa Padang.
7. Ketahanan bangunan terhadap gempa dan pengaruh dari interaksi struktur dan tanah mengacu pada SNI 1726 2012.
8. Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung mengacu pada SNI 2847 2013.

### **1.1 Sistematika Penulisan**

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang pemilihan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan pustaka

Bab ini menguraikan dasar-dasar teori yang berhubungan dengan penelitian dengan sumber – sumber terbaru dan relevan.

### Bab 3 Metodologi penelitian

Bab ini menjelaskan mengenai gambaran umum penelitian, tahapan penelitian, metode yang digunakan untuk mendapatkan data dan metode pengolahan dan analisa data.

### Bab 4 Prosedur dan rencana kerja

Bab ini berisi mengenai data penelitian, prosedur penelitian dan rencana kerja penyelesaian penelitian

### Bab 5 Analisis dan pembahasan

Bab ini berisi hasil dari penelitian dan analisa penelitian untuk dijadikan sebagai acuan dalam menarik kesimpulan.

### Bab 6 Penutup

Bab terakhir dari penelitian yang menjelaskan kesimpulan akhir dari penelitian dan saran yang diberikan pada peneliti selanjutnya.

