

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim yang secara geografis dilalui oleh cincin api asia-pasifik sehingga menyebabkan sering terjadinya gempa bumi dan letusan gunung berapi. Widodo (2012) menjelaskan bahwa gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya permukaan tanah karena adanya pelepasan energi secara tiba-tiba sebagai akibat dari pecah/slipnya massa batuan di lapisan kerak bumi. Energi ini dihasilkan dan dipancarkan ke segala arah berupa gelombang gempa bumi yang sampai ke permukaan tanah.

Gelombang energi gempa yang merambat dari tanah batuan menuju permukaan tanah akan mengalami amplifikasi. Amplifikasi ini adalah peristiwa membesarnya respon tanah (percepatan, kecepatan, ataupun simpangan). Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa peristiwa amplifikasi ini akan memberikan tingkat kerusakan struktur yang lebih besar. Respons tanah akibat gelombang gempa yang terjadi di tiap lokasi akan berbeda-beda sesuai dengan jenis lapisan tanah dan kekuatan (*magnitude*) gempa itu sendiri. Jenis lapisan tanah dipengaruhi oleh sifat fisik tanah endapan yaitu indeks plastisitas tanah ( $PI$ ), redaman material tanah ( $c$ ), kandungan derajat non linier tanah (linieritas tanah), sudut geser dalam ( $\phi$ ), berat volume tanah ( $\gamma_b$ ), kedalaman tanah endapan ( $h$ ), kandungan frekuensi getaran gempa ( $f$ ), dan pengaruh jarak serta kandungan amplitude getaran.

Untuk mengetahui respons tanah akibat amplifikasi setelah terjadinya gempa telah dilakukan banyak penelitian oleh berbagai ahli dengan suatu pendekatan jenis pemodelan struktur tanah tertentu. Salah satu metode pendekatan yang paling mendekati respons sebenarnya adalah model non linier inelastis. Yang dimaksud dengan kondisi non linier inelastis yaitu model struktur tanah yang kekakuannya berubah-ubah menurut fungsi waktu dan pada saat berbalik atau kecepatannya

berubah maka respons tanah tidak akan kembali ke jalur semula melainkan membuat jalur sendiri (sifat inelastis) sehingga respons akan membentuk garis lengkung atau non linier tertutup. Stewart dkk (2000) mengemukakan bahwa untuk menggambarkan respons tanah pada kondisi non linier inelastis dapat menggunakan hubungan tegangan geser ( $\tau$ ) dengan regangan geser ( $\gamma$ ) model Ramberg Osgood (R-O Models).

Penelitian yang dilakukan oleh Andika (2008) dalam tugas akhirnya menyimpulkan bahwa amplifikasi yang terjadi pada kondisi tanah berperilaku non linier inelastis dengan pendekatan model Ramberg Osgood (R-O Models) akan semakin kecil dengan kandungan frekuensi yang semakin rendah. Tetapi penelitiannya ini yang hanya sebatas pada kondisi tanah bebas (*free field*). Sehingga lanjutan pengembangan dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui respons dari tanah yang dibebani oleh massa bangunan. Hasil yang diharapkan dapat menjawab salah satu dari ayat di dalam Al-Quran yaitu:

**“ Bukankah Kami telah menjadikan bumi itu sebagai hamparan, dan gunung-gunung sebagai pasak?” (An Naba’, 78:6-7)**

Dimana massa bangunan diatas permukaan tanah akan di representasikan sebagai gunung –gunung yang berfungsi sebagai pasak.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut ini:

1. seberapa besar perbedaan respons dinamik lapisan tanah yang berperilaku non linier inelastik pada tanah bebas (*free field*) dan tanah terbebani massa bangunan (*building mass effect*) akibat beban gempa?, dan
2. seberapa besar kemungkinan terjadinya amplifikasi percepatan di permukaan tanah yang terbebani massa bangunan apabila dipakai pendekatan *Ramberg Osgood Models* (R-O Models)?.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut ini:

1. mengetahui seberapa besar perbedaan respons dinamik lapisan tanah yang berperilaku non linier inelastik pada tanah bebas (*free field*) dan tanah terbebani massa bangunan (*building mass effect*) akibat beban gempa, dan
2. mengetahui seberapa besar kemungkinan terjadinya amplifikasi percepatan di permukaan tanah yang terbebani massa bangunan apabila dipakai pendekatan *Ramberg Osgood Models* (R-O Models).

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya adalah sebagai berikut ini:

1. menentukan besarnya amplifikasi yang terjadi pada lapisan tanah non linier inelastik yang dibebani massa bangunan, dan
2. menentukan besarnya nilai percepatan tanah di permukaan yang akan digunakan sebagai *input* beban dinamik yang sangat penting bagi seorang perencana dalam merencanakan dan mendesain struktur bangunan tinggi tahan gempa sesuai kondisi sebenarnya di lapangan.

### 1.5 Batasan Penelitian

Pembatasan permasalahan dalam penelitian ini agar lebih terarah dan tersusun dengan baik dan sistematis meliputi hal-hal sebagai berikut ini.

1. Data struktur tanah diambil dari Proyek Mataram City Land Yogyakarta dan Proyek Rumah Sakit Akademik (RSA) Universitas Islam Indonesia, dimana nilai properties tanah yang ditinjau didapat dengan cara korelasi nilai N-SPT.
2. Tidak memperhitungkan adanya perubahan massa tanah setelah terjadinya gempa bumi.

3. Tidak memperhitungkan adanya peningkatan tekanan air pori tanah akibat terjadinya gempa.
4. Kondisi topografi dan geologi tanah yang dilalui gelombang gempa sampai lokasi lapisan tanah yang ditinjau sama.
5. Tidak memperhitungkan jenis mekanisme terjadinya gempa.
6. Lapisan tanah tidak mengalami defleksi arah vertikal.
7. Lapisan tanah ditinjau dalam dua dimensi, dalam pias ukuran 1m x 1m.
8. Lapisan tanah dimodelkan berperilaku *shear building*, yaitu massa struktur tanah dianggap menggumpal pada satu titik (*lumped mass*).
9. Massa bangunan di representasikan sebagai beban titik yang diambil dari beban aksial kolom terbesar.
10. Penyelesaian integrasi numerik menggunakan persamaan differensial secara langsung (*dependen*) dengan metode  $\beta$ -Newmark.
11. dalam menyusun matriks redaman digunakan metode *Mass And Stifness Proportional Damping*,
12. Lapisan tanah berperilaku non linier inelastik, yaitu kekakuan tanah yang berubah-ubah menurut fungsi waktu.
13. Lapisan tanah dikategorikan menjadi tanah pasir dan tanah lempung.
14. Data riwayat percepatan tanah (*ground acceleration time history*) yang dipakai adalah data gempa Bucharest, Elcentro, Duzce Turki Elnashai, Manjil, Duzce Turki, dan Loma Prieta. Khusus untuk Duzce Turki Elnashai telah dilakukan penyamaan respons spectrum sesuai gempa Yogyakarta tahun 2006 oleh Prof. Elnahsai.
15. Analisis respons dinamik tanah menggunakan bantuan program Matlab R2010a.

### 1.6 Keaslian Penelitian

Berdasarkan studi pustaka dari penelitian terdahulu, penelitian mengenai respons non linier inelastik lapisan tanah pernah dilakukan oleh Andika (2006). Namun, penelitian tersebut hanya sebatas pada kondisi tanah bebas (*free field*) dan aspek yang

ditinjau adalah mengenai perbedaan respons non linier elastik dan non linier inelastik lapisan tanah. Sehingga penelitian ini lebih berfokus untuk membandingkan respons non linier inelastik antara lapisan tanah bebas (*free field*) dengan lapisan tanah akibat massa bangunan (*building mass effect*). Selain itu variasi profil tanah dan gempa dalam penelitian ini juga berbeda dari penelitian-penelitian terdahulu. Terkhususnya pada penelitian kali ini digunakan salah satu gempa yang telah disamakan respons spektrum terhadap gempa Yogyakarta yang dilakukan oleh Prof. Elanshai.

### 1.7 Definisi Operasional

Definis dari beberapa istilah yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Respons dinamik adalah reaksi suatu struktur akibat pembebanan yang berubah-ubah seiring waktu. Respons dinamik berupa simpangan, kecepatan, percepatan, regangan geser, dan tegangan geser.
2. *Non-Linier* yaitu kondisi dimana kekakuan berubah-ubah menurut fungsi waktu sehingga membentuk jalur yang melengkung (tidak linier) ketika dibebani.
3. Inelastik adalah suatu kondisi deformasi permanen yang tetap bahkan setelah beban dihilangkan atau ditiadakan.
4. *Ramberg Osgood Model* adalah pemodelan *hysteretic loops* dari perilaku non-linier inelastik akibat beban geser bolak balik (*siklis*) pada suatu lapisan tanah.
5. Amplifikasi adalah membesarnya respons tanah diatas endapan/tanah lunak dibandingkan dengan respons tanah di batuan dasar.
6. Respons Spektrum adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar struktur dengan respons-respons maksimum (simpangan, kecepatan, percepatan) suatu struktur berdasarkan gempa tertentu.