

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia termasuk daerah rawan gempa karena wilayah Indonesia terletak pada tiga pertemuan plat-plat tektonik yaitu lempeng Indo Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Akibat dari tumbukan antara lempeng-lempeng tersebut wilayah Indonesia sering terjadi gempa bumi. Apabila terjadi gempa energi yang terakumulasi akan dilepaskan menuju kesegala arah dalam bentuk energi gelombang gempa. Gelombang gempa yang merambat dari fokus (lokasi terjadinya pusat gempa karena tumbukan antara lempeng tektonik) ke situs atau *site effect* akan melalui media tanah sampai pada *base rock* (lapisan tanah keras), dari *base rock* gelombang gempa akan merambat secara vertikal sampai ke permukaan tanah.

Pada umumnya struktur tanah bagian atas berupa endapan tanah yang terletak diatas *base rock*. Tanah endapan tersebut mempunyai karakteristik tersendiri seperti adanya nilai indeks plastisitas ( $PI$ ), nilai kohesi tanah ( $c$ ), sudut gesek dalam tanah ( $\phi$ ), berat volume tanah ( $\gamma_{tanah}$ ), dan kedalaman tanah endapan. Besarnya nilai karakteristik tanah endapan tersebut akan sangat berpengaruh terhadap terjadinya amplifikasi gelombang gempa yang merambat dari *base rock* ke atas melalui lapisan tanah endapan sampai ke permukaan tanah. Yang

dimaksud dengan amplifikasi yaitu pembesaran gelombang yang berupa percepatan tanah apabila sampai dipermukaan tanah.

Rekaman percepatan tanah akibat gempa pada umumnya diambil dari permukaan tanah bebas (*free field*). Data rekaman percepatan tanah sangat penting untuk mendesain bangunan tahan gempa dengan prinsip analisis dinamik (analisis riwayat waktu) sebagai *input motion*. Ada suatu kebiasaan dalam desain bangunan tahan gempa dimana data rekaman percepatan tanah dipermukaan tanah bebas (*free field*) langsung dipakai sebagai *input motion*, sebenarnya hal ini kurang tepat karena para ahli mengatakan bahwa percepatan tanah yang direkam dipermukaan tanah bebas akan berbeda dengan rekaman percepatan dibawah bangunan.

Adanya variasi tinggi bangunan akan berpengaruh terhadap beban yang diteruskan kedalam tanah, begitu juga dengan beban sejenis yang membebani lapisan tanah yang berupa gundukan-gundukan tanah seperti bukit dan gunung. Adanya beban bangunan dan beban gundukan tanah seperti bukit dan gunung akan mempengaruhi besarnya tegangan tanah vertikal yaitu  $\bar{\sigma}_1$ , hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Boussinesq, tentang penyebaran massa diatas lapisan tanah terhadap tiap-tiap lapisan tanah. Selanjutnya tegangan vertikal ( $\bar{\sigma}_1$ ) akan berpengaruh langsung terhadap besarnya nilai modulus geser tanah ( $G_{max}$ ) yang pada akhirnya nilai  $G_{max}$  tersebut akan menambah kekakuan geser tiap-tiap lapisan tanah. Dengan meningkatnya nilai kekakuan diduga kuat akan mempengaruhi respon seismik lapisan tanah, respon yang dimaksud adalah percepatan, kecepatan, dan simpangan tanah.

Dari penelitian terdahulu yang dilakukan Arief Nur Rokhman dan Farkhan Widodo (2000) dalam tugas akhirnya menyimpulkan bahwa ada perbedaan antara percepatan tanah pada kondisi *free field* dengan percepatan tanah yang terdapat massa di atasnya. Tetapi dalam penelitiannya perbedaan yang terjadi tidak terlalu signifikan. Dengan memasukan input percepatan tanah (*time history*) seperti riwayat gempa El Centro, Kobe, Koyna, dan Miyaki dalam analisisnya masih didapatkan kecendrungan terjadinya amplifikasi yang besar hal ini diperkirakan karena massa yang dipakai oleh peneliti adalah massa tunggal sebesar 13000 ton yang tidak begitu signifikan pengaruhnya terhadap perubahan respon seismik lapisan tanah yang tanpa massa di atasnya, sehingga dengan menggunakan massa tunggal tersebut hasil yang didapatkan belum dapat mewakili keadaan yang sebenarnya. Disamping itu kekurangan dalam penelitian tersebut bahwa tanah diasumsikan masih bersifat linier elastis, yaitu massa tanah dan kekakuan tetap walaupun lapisan tanah telah dibebani beban gempa.

Sedangkan As'at Pujianto (2003) dalam tesisnya, menyimpulkan masih terjadi amplifikasi terhadap riwayat gempa yang menjadi input analisis seperti riwayat gempa Kobe, El Centro, dan Koyna pada tanah linier elastis maupun pada tanah yang diasumsikan non linier elastis baik dengan massa bangunan maupun pada kondisi *free field*. Masih terjadi amplifikasi ini diduga karena pada penelitiannya massa yang digunakan masih merupakan massa tunggal yang bebannya masih sama dengan beban pada penelitian Arief Nur Rokhman dan Farkhan Widodo (2000) yaitu 13000 ton dengan ukuran bangunan  $60 \times 18 \text{ m}^2$ , hal ini juga belum mewakili keadaan sebenarnya.

Dari hasil penelitian terdahulu maka perlu diadakan penelitian dengan memperhitungkan massa bangunan yang berbeda dan bervariasi untuk itulah penelitian kali ini difokuskan pada efek variasi massa bangunan terhadap respon seismik lapisan tanah.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Melihat dari latar belakang penelitian maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yang akan menjadi objek penelitian ini, yaitu :

1. Apakah variasi massa bangunan mempunyai efek atau pengaruh terhadap respon sismik tanah non linier elastis maupun linier elastis dibawah bangunan akibat gempa.
2. Apakah jenis tanah mempengaruhi respon seismik tanah non linier elastis dan linier elastis akibat gempa.
3. Apakah frekuensi gempa mempengaruhi respon seismik tanah non linier elastis dan linier elastis.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maka penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui efek atau pengaruh variasi massa bangunan terhadap respon seismik tanah (besarnya simpangan, kecepatan, percepatan, dan amplifikasi) non linier elastis maupun linier elastis dibawah bangunan akibat gempa.

2. Mengetahui sejauh mana jenis tanah yang ditinjau mempengaruhi respon seismik tanah non linier elastis maupun linier elastis akibat gempa.
3. Mengetahui sejauh mana frekuensi gempa mempengaruhi respon seismik tanah non linier elastis maupun linier elastis pada tanah bebas (*free field*) dan bawah pondasi bangunan.

#### 1.4. Batasan Penelitian

Besar magnitude gempa, jarak episenter gempa, properti lapisan tanah, kondisi topografi lapisan tanah, ketebalan lapisan tanah, jenis mekanisme terjadinya gempa, dan kondisi geologi tanah yang dilalui gelombang gempa adalah faktor-faktor yang mempengaruhi respon seismik lapisan tanah.

Melihat banyaknya variabel diatas sementara penelitian ini memiliki keterbatasan agar menjadi lebih sederhana dan mudah dipahami namun mengupayakan tetap realistis.

Pembatasan permasalahan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut ini :

1. Tanah dengan beban bangunan dan evaluasi pengaruhnya pada karakteristik gelombang getaran yang merambat keatas dari batuan dasar merambat ke permukaan tanah.
2. Bangunan menggunakan basement dengan kedalaman berkisar 6 meter dari permukaan tanah asli.
3. Asumsi berat gedung ditentukan dengan variasi beban ( $w$ ) yaitu : 20000 ton, 40000 ton, dan 60000 ton.

4. Tidak memperhitungkan adanya perubahan massa tanah setelah terjadinya gempa.
5. Tidak memperhitungkan adanya peningkatan tekanan air pori tanah akibat terjadinya gempa (terjadinya likuifaksi).
6. Kondisi geologi tanah yang dilalui gelombang gempa dari sumber gempa sampai lokasi lapisan tanah yang ditinjau dianggap sama.
7. Tidak memperhitungkan jenis mekanisme terjadinya gempa.
8. Lapisan tanah dianggap tidak mengalami defleksi dalam arah vertikal.
9. Lapisan tanah ditinjau dalam dua dimensi.
10. Lapisan tanah dimodel berperilaku seperti *Shear Building*.
11. Data gempa yang dipakai adalah : Koyna, Kobe, El Centro, dan Bucharest.
12. Pondasi bawah bangunan pondasi rakit dan berfungsi juga sebagai basement.
13. Jenis tanah dibagi dalam dua kategori yaitu tanah kohesif dan non-kohesif

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Seperti dikemukakan sebelumnya bahwa percepatan tanah akibat gempa sangat diperlukan pada analisis struktur bangunan tanah gempa, oleh karena itu manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan didalam menentukan percepatan tanah akibat gempa yang lebih rasional dalam analisis struktur dengan menggunakan riwayat waktu (*time history analisis*). Perencanaan rasional yang dimaksud adalah dengan mempertimbangkan adanya kemungkinan amplifikasi (membesar) atau deamplifikasi (mengecil) percepatan tanah pada titik dibawah

pondasi bangunan dari percepatan tanah pada lapisan muka tanah asli (*free field motion*).

