

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Penelitian Terdahulu**

Penelitian-penelitian mengenai sifat-sifat dari gempa itu sendiri telah banyak dilakukan. Berbagai penelitian memberikan suatu referensi untuk suatu perencanaan. Di Indonesia bangunan tahan gempa masih jarang dilakukan sehingga perlu adanya suatu penelitian mengenai respon tanah dengan adanya bangunan di atasnya akibat gempa. Sehingga di dalam penelitian ini digunakan tinjauan pustaka penelitian sebagai berikut ini :

**1. Arif Setiawan dan Yulismar (1999) :”Respon Lapis-lapisan Tanah Akibat Gempa” (Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FTSP UII)**

**a) Permasalahan**

Gempa bumi yang terjadi akibat tumbukan plat-plat tektonik akan menyebarkan gelombangnya ke segala arah melalui media tanah. Tanah sebagai perantara gelombang memiliki karakteristik tersendiri. Parameter penting mengenai jenis tanah tersebut meliputi keadaan geologi dan kondisi tanah setempat, yang mana akan menyebabkan respon tanah akibat gempa menjadi berlainan antara tempat yang satu dengan yang lain. Dengan

keadaan seperti itu maka akan diteliti sejauh mana pengaruh respon lapis-lapisan tanah tersebut akibat gempa.

b) Pemecahan permasalahan

Pemecahan permasalahan dengan menggunakan metode analisis dinamik lapis-lapisan tanah mulai dari pemahaman persamaan dasar yaitu persamaan gerak tanah, persamaan berderajat kebebasan banyak, dan matriks kekakuan geser tanah. Persamaan tersebut diurutkan sampai mendapatkan hasil percepatan tanah pada tiap lapisnya dengan bantuan program komputer Quick Basic. Data tanah yang digunakan dalam penelitian adalah berjumlah 4 lapis dengan beban gempa bumi adalah riwayat waktu gempa Montana.

c) Hasil penelitian

Hasil penelitian mendapatkan perbedaan percepatan tanah antara lapisan dasar tanah (*base rock*) dengan muka tanah bebas (*free field*) pada saat terjadi gempa bumi, yaitu bila dibandingkan dengan dasar tanah maka terjadi amplifikasi percepatan (kenaikan nilai maksimum) pada lapis teratas mencapai 150 %.

**2. Arif Nur Rokhman dan Farkhan Widodo (2000) : “Pengaruh Massa Bangunan Terhadap Respon Seismik Lapisan Tanah” (Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FTSP UII)**

a) Permasalahan

Gelombang gempa yang merambat melalui media tanah, tentu akan merambat juga sampai lapis teratas tanah. Hingga pada akhirnya akan

mempengaruhi stabilitas bangunan yang ada di atasnya. Penelitian ini beranggapan bahwa bila ada bangunan di atas tanah maka berat bangunan yang membebani tanah akan mempengaruhi karakteristik tanah dibawah bangunan tersebut. Tentunya rambatan gempa yang sampai pada bawah pondasi bangunan akan berbeda dengan rambatan yang sampai pada muka tanah bebas (*free field*). Maka akan diteliti sejauh mana pengaruh massa bangunan terhadap respon seismik lapisan tanah.

b) Pemecahan permasalahan

Pemecahan permasalahan dihitung dengan menggunakan metode analisis dinamik lapis-lapisan tanah yaitu persamaan gerak statik dan dinamik tanah, persamaan berderajat kebebasan banyak (MDOF), dan matriks kekakuan geser tanah. Persamaan tersebut kemudian diurutkan sampai mendapatkan hasil percepatan, kecepatan, dan simpangan tanah pada tiap lapisnya dengan bantuan program komputer Borland Delphi. Data tanah yang digunakan sebagai objek penelitian adalah menggunakan 3 wilayah berbeda dengan kedalaman *base rock* mencapai -25 meter dan menggunakan analisis riwayat gempa El Centro, Koyna, Kobe, dan Miyaki. Massa yang digunakan sebesar 13000 ton dengan kedalaman pondasi bangunan -3 meter.

c) Hasil penelitian

Dari keempat riwayat gempa yang digunakan maka amplifikasi percepatan tanah terbesar ada pada gempa Kobe yang paling signifikan/berarti pengaruhnya. Diketahui juga bahwa terjadi penurunan (*deamplifikasi*)

percepatan tanah yang ada pada bawah pondasi bangunan bila dibandingkan dengan tanpa massa bangunan diatas lapisan tanah (*free field*).

**3. As'at Pujiyanto (2003) : “Respon Seismik Lapisan Tanah Linier Elastis dan Non Linier Elastis Akibat Beban Gempa”**(Tesis Jurusan Magister Teknik Sipil FTSP UII)

a) Permasalahan

Respon seismik lapisan tanah akibat gempa merupakan suatu parameter gerakan tanah akibat gempa. Selama getaran menjalar dari pusat gempa sampai permukaan tanah, faktor tanah sebagai media penghantar merupakan parameter yang sangat penting. Tanah bukan material yang kaku dan mempunyai kekakuan maupun massa yang bervariasi. Pada penelitian terdahulu tanah dianggap berperilaku linier elastis (kekakuan tetap dan massa tetap) padahal pada kondisi sebenarnya akibat getaran gempa tanah memiliki kekakuan dan massa yang berubah-ubah. Maka As'at Pujiyanto memfokuskan penelitiannya pada perilaku tanah yang lebih realistis yaitu lapisan lapisan tanah berperilaku non linier elastis (kekakuan berubah-ubah dan massa tetap) dan bagaimana perbedaannya bila tanah tersebut dibebani massa bangunan.

b) Pemecahan permasalahan

Dengan menggunakan program komputer Quick Basic penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan respon seismik antara tanah Linier Elastis dengan Non Linier Elastis baik tanpa massa bangunan maupun dengan

massa bangunan. Metode pemecahan permasalahan dengan menggunakan metode analisis dinamik yaitu persamaan gerakan lapisan tanah tergumpal, persamaan berderajat kebebasan banyak, modulus geser tanah dan matriks kekakuan struktur tanah.

Penelitian menggunakan 3 data profil tanah yang berlokasi di Dermaga Pelabuhan Pangkal Balam Bangka, dengan massa bangunan seberat 13000 ton. Analisis riwayat gempa menggunakan 4 data gempa yaitu : El Centro, Koyna, Kobe, dan Bucharest yang telah dinormalisasi sehingga mempunyai percepatan maksimum yang sama sebesar  $156,8 \text{ cm/dt}^2$ .

c) Hasil Penelitian

Dari ketiga tanah objek penelitian, maka respon tanah terbesar terjadi pada profil tanah kedua yaitu tanah yang mempunyai indeks plastisitas paling tinggi, dimana besarnya amplifikasi (bila dibandingkan dengan *base rock*) percepatan tanah lapis teratas untuk tanah linier elastis tanpa massa sebesar 49,59 % - 216,54 %, untuk tanah nonlinier elastis tanpa massa sebesar 39,42 % - 239 %, untuk tanah linier elastis dengan massa sebesar 36,85 % - 192,54 %, dan untuk tanah non linier elastis dengan massa bangunan sebesar 16,55 % - 190 %.

Dari hasil tersebut didapat perbedaan cukup signifikan/berarti bila tanah diperhitungkan dengan metode non linier dan linier elastis.

Dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dari masing-masing peneliti terdapat kekurangan-kekurangan yang perlu disempurnakan, kekurangan-kekurangan tersebut antara lain :

1. Kekurangan pada penelitian Arif Setiawan dan Yulismar (1999)
  - a) Dalam analisis riwayat gempa yang dipakai hanya menggunakan riwayat gempa Montana.
  - b) Tidak memperhitungkan terdapatnya massa bangunan diatas lapisan tanah.
  - c) Tanah berperilaku linier elastis walaupun telah terkena beban gempa padahal anggapan ini kurang realistis karena lapisan lapisan tanah yang terkena beban gempa akan mengalami perubahan perilaku baik kekakuan maupun massanya (non linier elastis atau non linier inelastis).
  - d) Dalam mendukung penelitiannya menggunakan program Quick Basic yang hanya mampu menganalisis 4 lapisan tanah.
  - e) Terdapat kesalahan dalam memperhitungkan besarnya massa tanah dengan teori yang dikemukakan, yaitu dengan menjumlahkan massa lapisan atas dengan massa lapisan dibawahnya, metode yang benar adalah menggunakan prinsip massa tergumpal (*lump mass*) dengan menganggap massa terkonsentrasi pada suatu titik massa sehingga yang dijumlahkan adalah setengah massa lapisan atas dan setengah massa lapisan dibawahnya.
2. Kekurangan pada penelitian Arif Nur Rokhman dan Farkhan Widodo (2000)
  - a) Tanah dianggap berperilaku linier elastis.
  - b) Massa yang digunakan adalah massa tunggal sebesar 13000 ton saja.

- c) Sama halnya dengan penelitian Arif Setiawan dan Yulismar (1999) Terdapat kesalahan dalam memperhitungkan besarnya massa tanah, dimana massa tanah lapisan atas dijumlahkan dengan massa tanah lapisan dibawahnya.
3. Kekurangan dalam penelitian tesis As'at Pujiyanto (2003)
    - a) Massa yang digunakan massa tunggal yang besarnya persis sama seperti pada penelitian tugas akhir Arif Nur Rokhman dan Farkhan Widodo (2000) yaitu 13000 ton.

## 2.2. Keaslian Penelitian

Dari kekurangan-kekurangan tersebut maka pada penelitian selanjutnya akan menggabungkan metode-metode yang terdapat pada penelitian sebelumnya dengan memperbaiki kekurangan-kekurangannya, diantaranya :

1. Dalam analisis dipakai riwayat gempa Elcentro, Kobe, Koyna, dan Bucharest.
2. Tanah dianggap berperilaku non linier elastis dan linier elastis.
3. Untuk mendukung perhitungan analisis diformat dengan program *Borland Delphi 7.0* yang aplikasinya dapat dijalankan melalui *Windows 98/2000/XP*.
4. Massa tanah yang diperhitungkan adalah massa tanah tergumpal (*lump mass*) dimana massa tiap lapis tanah tidak mempengaruhi massa tanah dibawahnya, sehingga tanah dapat diasumsikan berperilaku seperti massa tiap lantai pada bangunan gedung.

5. Penelitian ini memperhitungkan berat massa diatas lapisan tanah, bukan hanya massa tunggal tetapi massanya divariasikan yaitu 20000 ton, 40000 ton, dan 60000 ton.
6. Membandingkan respon seismik lapisan tanah akibat besar massa diatas lapisan tanah yang divariasikan.

