

## INOVASI PERHITUNGAN FAKTOR AMPLIFIKASI PERCEPATAN GERAKAN GEMPA DI WILAYAH KAMPUS FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG BERDASARKAN RSNi GEMPA TERBARU 2019

Windu Partono<sup>1</sup>, Sri Prabandiyani Retno Wardani<sup>1</sup>, Indrastono<sup>1</sup>, Bambang Pardoyo<sup>1</sup>, Udayani Cita Sari<sup>1</sup>, Elsimanata Putro<sup>1</sup>, Wahyu Rahmat Ramadhan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S. H. Tembalang, Semarang 50275

Email : windu\_bapake\_dila@yahoo.com

### Abstrak

Menurut SNI 1726:2012 spektra percepatan gerakan tanah di permukaan dapat dihitung dengan mengalikan koefisien situs terhadap spektra percepatan di batuan dasar. Koefisien situs yang digunakan pada SNI 1726:2012 diadopsi dari ASCE/SEI 07-10. Pada tahun 2013 dua orang peneliti yang tergabung dalam Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) menyampaikan usulan koefisien situs baru yang berbeda dengan ASCE/SEI 07-10. Koefisien situs tersebut kemudian digunakan pada peraturan ASCE/SEI 07-16 dengan sedikit perubahan pada situs tanah lunak (SE). Untuk kelas situs SE jika nilai spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar ( $S_s$ ) lebih besar dari 1,0 g atau spektra percepatan 1 detik ( $S_1$ ) lebih besar dari 0,2 g maka koefisien situs harus ditentukan dengan metode Site Specific Analysis/SSA. Penerapan metode SSA menyebabkan ASCE/SEI 07-16 sangat sulit diterapkan di Indonesia. Pengabdian masyarakat ini bertujuan menyampaikan inovasi perhitungan koefisien situs atau faktor amplifikasi percepatan gerakan gempa atau percepatan gerakan tanah di permukaan dengan menggunakan analisis SSA. Lokasi pengabdian adalah di wilayah kampus Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung karena wilayah ini masuk dalam kategori wilayah dengan lapisan tanah lunak (SE) (SNI 1726:2012). Analisis SSA memerlukan data elevasi batuan dasar (bedrock) dan data lapisan tanah dari elevasi batuan dasar sampai ke permukaan, sehingga diperlukan pengujian mikrotremor. Pengujian ini juga dilakukan dan disampaikan sebagai bagian dari pengabdian masyarakat untuk memberikan gambaran lengkap mengenai pengujian lapangan dan hasil perhitungan factor amplifikasi pada wilayah pengabdian.

**Kata kunci :** Site Specific Analysis, Site Factor, Faktor Amplifikasi, Mikrotremor, Bedrock

### 1. PENDAHULUAN

Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia (PSBGI) telah terbit pada tahun 2017 dimana merupakan pengembangan Peta Sumber Gempa (PSI) Tahun 2010. Perubahan terbesar dari PSBGI-2017 terhadap PSI-2010 adalah bertambahnya jumlah sumber gempa terutama sumber gempa sesar aktif yang tersebar di seluruh Indonesia menjadi 31 jalur. Sementara itu, untuk sumber gempa subduksi tidak mengalami perubahan secara signifikan.

Dampak terpenting dari hasil penelitian dan pengembangan PSBGI-2017 adalah evaluasi terhadap SNI 1726:2012 mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Evaluasi terutama pada peta MCER (*Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake*) di batuan dasar (SB) baik untuk periode pendek (SS) dan periode panjang (S1). Nilai MCER SS dan S1 diperlukan pada perhitungan spektra percepatan dipermukaan (SMS dan SM1) maupun spektra percepatan desain SDS dan SD1. Perhitungan SMS dan SM1 membutuhkan informasi tentang nilai atau koefisien situs  $F_a$  (periode pendek) dan  $F_v$  (periode panjang). Koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  yang tercantum pada SNI 1726:2012 mengadopsi secara langsung dari ASCE/SEI 07-10 (*Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*).

Sementara itu, ASCE/SEI 07-10 telah berkembang menjadi ASCE/SEI 07-16 yang memberikan dampak secara langsung terhadap pengembangan SNI 1726:2012. Salah satu dampak terpenting dari pengembangan ASCE/SEI 07-16 adalah penggunaan koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  terutama untuk situs tanah SE (tanah lunak). Untuk situs tanah SE dengan nilai SS minimum 1,0 g, nilai  $F_a$  tidak dapat dihitung menggunakan koefisien situs tetapi harus dihitung dengan pendekatan metode respons spesifik-situs (*Site Specific Analysis/ SSA*). Pendekatan yang sama juga harus dilakukan pada perhitungan koefisien situs  $F_v$  dengan nilai S1 minimum 0,2 g.

Persoalan penting yang dihadapi pada pengembangan SNI 1726:2012 adalah penggunaan metode SSA pada perhitungan koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  untuk kelas situs SE. SSA sangat sulit dilaksanakan oleh para ahli dibidang Teknik Sipil karena membutuhkan data elevasi batuan dasar (*bedrock*), data dinamis tanah

(kecepatan rambat gelombang geser, *density* tanah, modulus geser dan *damping ratio*) setiap lapisan tanah sampai ke permukaan. Penelitian geoteknik di lapangan untuk menentukan posisi atau elevasi *bedrock* sangat jarang dilakukan pada perencanaan bangunan teknik sipil. Penentuan atau penelitian lapangan yang diperlukan dan sering dilakukan pada perencanaan bangunan tahan gempa adalah dengan menggunakan data N-SPT (Standard Penetration Test). Data N-SPT yang diperlukan pada perencanaan bangunan tahan gempa adalah data sampai kedalaman 30 meter untuk menentukan nilai N rata-rata sampai kedalaman 30 meter (N-30). Selain itu, penentuan elevasi *bedrock* dapat pula dengan menggunakan pengujian mikrotremor.

Pemanfaatan data N-30 pada perencanaan bangunan tahan gempa adalah untuk menentukan kelas situs dari lapisan tanah pada posisi bangunan. Dengan menggunakan data N-30 ini dan menggunakan pendekatan yang di jelaskan pada SNI 1726:2012 maka situs tanah dapat ditentukan sehingga selanjutnya nilai *spectra* percepatan di permukaan (SMS dan SM1) dapat ditentukan. Dari nilai SMS dan SM1 ini maka nilai SDS dan SD1 dapat ditentukan yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung spektra percepatan desain.

RSNI 1726:201X yang merupakan pengembangan peraturan SNI 1726:2012 saat ini masih dalam proses finalisasi yang selanjutnya akan digunakan sebagai peraturan baru perencanaan bangunan tahan gempa. Pengembangan peraturan RSNI 1726:201X (Notasi RSNI menunjukkan peraturan ini masih dalam tahap untuk mendapatkan persetujuan dari Badan Standardisasi Nasional; tanda X pada tahun menunjukkan tahun persetujuan masih belum final) sebagai dampak langsung dari pengembangan peta *hazard* gempa tahun 2017 dan peraturan ASCE/SEI 07-16. Nilai koefisien situs yang digunakan pada RSNI 1726:201X masih menggunakan tabel koefisien situs. Kajian terhadap SSA perlu diperkenalkan pada para ahli bidang teknik sipil untuk melihat seberapa besar perbedaan nilai spektra percepatan di permukaan yang dibuat atau dihitung dengan menggunakan tabel koefisien situs dan menggunakan pendekatan SSA.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memberikan inovasi kepada para ahli teknik sipil mengenai penentuan faktor amplifikasi percepatan gerakan tanah atau koefisien situs untuk tanah lunak (SE). Nilai koefisien situs untuk tanah lunak (SE) perlu disosialisasikan karena ada dua pendekatan yang disampaikan pada peraturan gempa ASCE/SEI 07-16 yaitu dengan pendekatan SSA dan penggunaan tabel situs. Data lapangan dan metode analisis yang diperlukan pada SSA perlu disampaikan kepada mitra pengabdian agar diperoleh gambaran yang jelas tentang perbedaan hasil perhitungan spektra percepatan di permukaan dengan pendekatan yang diperkenalkan oleh RSNI 1726:201X dan ASCE/SEI 7-16.

Lokasi pengabdian masyarakat diambil pada daerah dengan lapisan tanah lunak menurut SNI 1726:2012. Lokasi pengabdian ditentukan di wilayah kampus Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang, Jl. Kaligawe Semarang. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Partono dkk. (2016) menunjukkan wilayah ini masuk pada wilayah dengan situs tanah lunak.

## **2. METODE PENGABDIAN**

Sebagaimana diketahui bahwa persoalan penting yang dihadapi pada pengembangan SNI 1726:2012 adalah penggunaan metode SSA pada perhitungan koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  untuk kelas situs SE sangat sulit dilaksanakan. Hal ini dikarenakan membutuhkan data elevasi batuan dasar (*bedrock*), data dinamis tanah (kecepatan rambat gelombang geser, *density* tanah, modulus geser dan *damping ratio*) setiap lapisan tanah sampai ke permukaan.

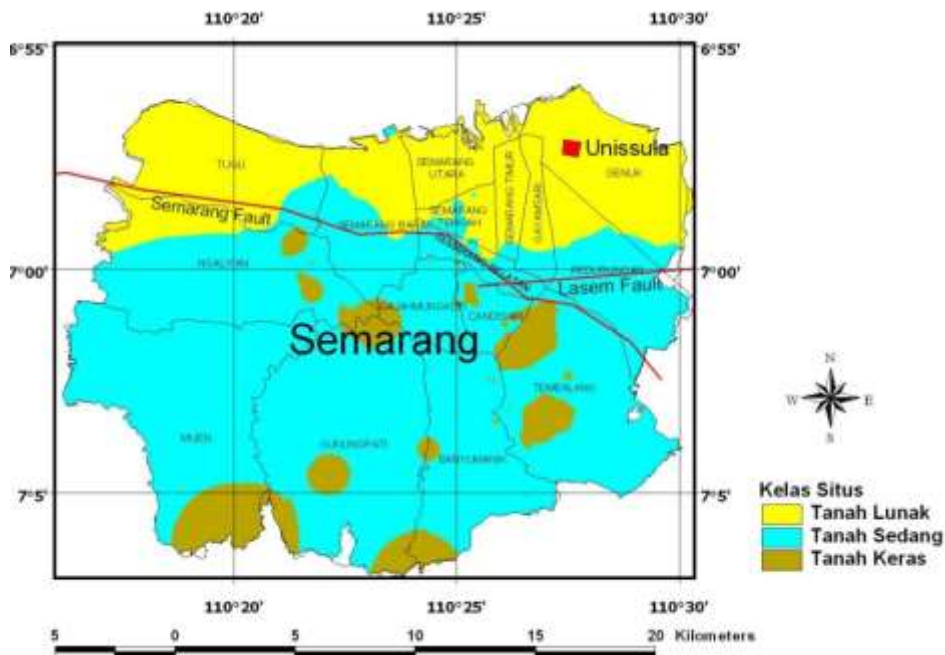
Stewart dan Seyhan (2013) yang tergabung dalam *Pasific Earthquake Engineering Research* (PEER) memperkenalkan koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  yang berbeda dengan yang digunakan oleh ASCE/SEI 07-10. Koefisien situs tersebut digunakan untuk pengembangan ASCE/SEI 07-16 dengan sedikit perubahan pada situs tanah SE. Berdasarkan Stewart dan Seyhan (2013) SSA harus diaplikasikan pada situs tanah SE jika nilai  $S_s$  minimum 1 g atau nilai  $S_1$  minimum 0,2 g. SA, SB, SC, SD dan SE masing-masing secara berurutan adalah situs untuk batuan keras (*bedrock*), batuan, tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak. Nilai koefisien  $F_a$  dan  $F_v$  yang digunakan pada ASCE/SEI 7-16 untuk situs tanah SA, SB, SC dan SD sama dengan yang digunakan Stewart dan Seyhan (2013). Nilai koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  yang diperkenalkan oleh Stewart dan Seyhan (2013) selanjutnya digunakan pada pengembangan RSNI 1726:201X.

Perhitungan percepatan di permukaan membutuhkan data spektra percepatan di batuan dasar (*bedrock*). Spektra percepatan di batuan dasar diperoleh dengan menggunakan dua metode yaitu analisis *hazard* gempa probabilistik (*Probabilitic Seismic Hazard Analysis/PSHA*) dan analisis *deterministic* (*Deterministik Seismic Hazard Analysis/DSHA*). Analisis kombinasi berdasarkan kedua pendekatan tersebut perlu dilakukan untuk mendapatkan *spectra* percepatan gerakan tanah di batuan dasar. Analisis untuk mendapatkan nilai spektra percepatan tanah dengan menggunakan kombinasi PSHA dan DSHA pertama kali diperkenalkan oleh Leyendecker et al. (2000).

Pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, penentuan faktor amplifikasi percepatan gerakan tanah atau koefisien situs untuk tanah lunak dilakukan dengan menggunakan pengujian mikrotremor di

## Windu Partono dkk., Inovasi Perhitungan Faktor...

lingkungan kampus Universitas Islam Sultan Agung dimana masuk pada wilayah dengan situs tanah lunak, yang dapat dilihat pada Gambar 1. Lingkungan kampus Universitas Islam Sultan Agung ini terletak di daerah pesisir dekat pantai di Kota Semarang.



Gambar 1. Lokasi pengabdian masyarakat

Tahapan inovasi yang akan disampaikan pada mitra pengabdian pada pengembangan metode SSA untuk perhitungan spektra percepatan di permukaan adalah sebagai berikut:

### 1. Koordinasi lokasi pengujian mikrotremor

Lokasi yang digunakan untuk pengujian mikrotremor harus memiliki area yang datar dan berupa tanah agar alat pengujian mikrotremor dapat ditancapkan untuk mengukur getaran tanah. Dengan ketentuan tersebut, maka diperoleh area yang dapat dilakukan pengujian adalah dibelakang Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Gambar 2 (a) menunjukkan kegiatan koordinasi yang dilakukan saat tinjauan lokasi pengujian mikrotremor antara pihak Universitas Islam Sultan Agung dengan tim pengabdian Departemen Teknik Sipil Universitas Diponegoro, sedangkan Gambar 2 (b) menunjukkan lokasi yang telah ditentukan berdasarkan koordinasi yang telah dilakukan sebelumnya dimana memenuhi persyaratan kriteria lokasi untuk pengujian mikrotremor.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Koordinasi di Tinjauan Lokasi Pengamatan (b) Lokasi Pengujian Mikrotremor

2. Pengujian mikrotremor di lingkungan kampus Universitas Islam Sultan Agung.

Pengujian dilakukan dengan peralatan mikrotremor yang disusun secara larik atau array pada jarak antar titik  $\pm 25$  meter, yang dapat dilihat pada Gambar 3. Setiap titik pengamatan kemudian dianalisis dalam array mikrotremor yang terdiri dari 5 titik pengamatan untuk arah Y (titik 1, 2, 3, 4, 5 dan 6) dan arah X (7,3, 8 dan 9).



Gambar 3. Lokasi Pengamatan Mikrotremor di Universitas Islam Sultan Agung

3. Pengujian geoteknik.

Pengujian geoteknik ini berupa pengujian *borelog* berdasarkan penelitian tahun 2019. Pengujian ini sebagai data sekunder untuk memverifikasi penentuan *bedrock* yang telah dilakukan dengan pengujian mikrotremor. Dari hasil pengamatan pekerjaan pengeboran kemudian dilakukan analisis untuk menentukan kondisi tanah pada lokasi pengabdian.

4. Analisis data.

Setelah melakukan pengujian, hasil uji dapat dianalisis untuk mendapatkan nilai SSA dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Perhitungan mikrotremor digunakan untuk mendapatkan profil kecepatan rambat gelombang geser ( $V_s$ ). Peralatan pengujian mikrotremor dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peralatan pengujian Mikrotremor

- b. Pencarian data ground motion berbentuk *acceleration time history* untuk kejadian gempa yang bersumber dari sesar aktif dengan mekanisme sesar naik (*Reverse*) dengan sudut dip  $45^\circ$ . Penentuan mekanisme kegempaan tersebut didasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan oleh PUSGEN tahun 2017 (Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia, 2017). Data *acceleration time history*



## Windu Partono dkk., Inovasi Perhitungan Faktor...

untuk sumber gempa sesar aktif dengan mekanisme sesar naik diperoleh dari *Pacific Earthquake Engineering Research* (PEER) dengan magnitudo antara 6.5 Mw.

- c. Analisis SSA pada lokasi pengabdian dengan model profil lapisan tanah sampai batuan dasar (*bedrock*) diperoleh dari hasil pengujian Mikrotremor dan data pengujian *borelog*. Elevasi *bedrock* dan model lapisan tanah pada lokasi pengabdian ditentukan setelah pengujian Mikrotremor dilaksanakan pada lokasi pengabdian. Nilai kecepatan rambat gelombang geser ( $V_s$ ) yang digunakan pada pembuatan model profil lapisan tanah adalah 1500 m/s (SNI 1726:2012)
  - d. Perhitungan SSA untuk merambatkan gelombang gempa dalam bentuk *acceleration time histories* dari *bedrock* ke permukaan
  - e. Perhitungan spektra percepatan dan faktor amplifikasi tanah. Hasil perhitungan nilai faktor amplifikasi dengan pendekatan SSA kemudian dibandingkan dengan tabel yang dikeluarkan oleh RSNI 1726:201X untuk memverifikasi hasil analisis SSA
5. *Focus Group Discussion* (FGD) di Kampus Universitas Islam Sultan Agung untuk mensosialisasikan hasil.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kondisi Tanah di Kampus Universitas Islam Sultan Agung

##### a. *Pengujian Mikrotremor*

Pengujian mikrotremor dilakukan di kampus Universitas Islam Sultan Agung, tepatnya dibelakang Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Pengujian ini dihadiri oleh perwakilan dari pihak Universitas Islam Sultan Agung juga untuk memberikan pengetahuan mengenai bagaimana pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat pengujian mikrotremor.

Hasil pengujian mikrotremor ini adalah frekuensi dominan tanah serta profil kecepatan rambat gelombang geser pada setiap titik pengamatan. Hasil analisis array mikrotremor terdapat pada dua jalur X dan Y. Hasil menunjukkan bahwa elevasi tanah dengan nilai kecepatan rambat gelombang geser ( $V_s$ ) 750 m/detik ditemukan pada kedalaman 250 meter di bawah permukaan tanah. Lensa pasir dengan nilai  $V_s$  lebih dari 750 m/detik terlihat pada kedalaman 100 meter di bawah permukaan tanah. Dari hasil analisis 3D *array* mikrotremor menunjukkan nilai  $V_s$  750 m/detik diperkirakan berada pada kedalaman 250 meter di bawah permukaan tanah. Berdasarkan hasil analisis *array* mikrotremor maka perhitungan nilai faktor amplifikasi tanah dengan pendekatan rambatan gelombang geser (SSA) dilakukan dengan menggunakan model lapisan tanah 250 meter atau elevasi *bedrock* diambil pada kedalaman 250 meter di bawah permukaan tanah.

Terdapat sembilan titik yang berbeda untuk pengujian mikrotremor, oleh karena itu, hasil pengujian yang dilakukan pun berbeda-beda tiap titik. Gambar 5 (a) merupakan saat penjelasan pengujian mikrotremor pada titik awal (titik 1), sedangkan gambar 5 (b) pemberian penjelasan pada titik pengujian mikrotremor kedua.



(a)



(b)

Gambar 5 (a) Penjelasan Pengujian Mikrotremor pada Titik Awal (b) Pemberian Penjelasan pada Titik Pengujian Mikrotremor Kedua

## Windu Partono dkk., Inovasi Perhitungan Faktor...

Selanjutnya, Gambar 6 (a) merupakan saat penjelasan pengujian mikrotremor pada titik pengujian mikrotremor ketujuh, sedangkan Gambar 6 (b) merupakan pengamatan yang dilakukan bersama-sama pada alat pengujian mikrotremor.



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Pemberian Penjelasan pada Titik Pengujian Mikrotremor Ketujuh (b) Pengamatan pada Alat Pengujian Mikrotremor

### b. Hasil Pengujian Geoteknik

Hasil pengujian geoteknik yang dilakukan adalah berdasarkan data pengujian *borelog*. Pada kegiatan pengabdian ini data tanah yang dipakai sebagai model lapisan tanah diambil sampai kedalaman 50 meter di bawah permukaan tanah. Data sekunder hasil penelitian tanah diambil dari hasil penelitian tahun 2019. Hasil menunjukkan bahwa pada kedalaman 50 meter masih merupakan tanah lunak.

### c. Analisis Hasil Pengujian

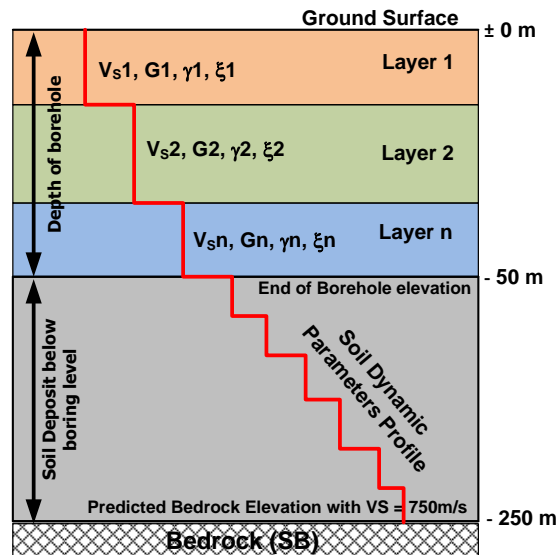
Dari kedua hasil pengamatan mikrotremor dan data sekunder berdasarkan *borelog*, dapat diperoleh kondisi tanah pada lokasi pengabdian. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan nilai N-SPT maupun  $V_s$  sampai kedalaman 50 meter, maka lokasi pengabdian masuk dalam kategori lapisan tanah lunak (SNI 1726:2012).

Dari hasil analisis diperoleh dengan nilai N-SPT rata-rata sampai kedalaman 30 meter sebesar 2,3 (lebih kecil dari 15) dan nilai  $V_s$  rata-rata sampai kedalaman 30 meter 141,5 m/s (lebih kecil dari 175 m/s) maka jenis tanah pada lokasi pengamatan tergolong tanah lunak. Berdasarkan hasil perhitungan nilai spektra percepatan gerakan tanah di batuan dasar menurut SNI 1726:2012, nilai MCER S<sub>s</sub> dan MCER S<sub>1</sub> pada lokasi pengabdian adalah 0,984 g dan 0,335 g. Menurut ASCE/SEI 7-16 maka perlu di kaji nilai amplifikasi atau *site factor* pada lokasi pengabdian dengan pendekatan SSA.

## 3.2. Analisis Metode Respons Spesifik-Situs (SSA)

Analisis Respons Spesifik-Situs pada lokasi pengabdian dilakukan dengan mengambil model lapisan tanah 250 meter atau kedalaman *bedrock* dengan nilai  $V_s$  minimum 750 m/detik diasumsikan berada pada kedalaman 250 meter di bawah permukaan tanah. Elevasi *bedrock* diambil berdasarkan hasil penelitian *array* mikrotremor dua arah X dan Y yang menunjukkan elevasi lapisan tanah dengan nilai  $V_s$  minimum 750 m/s berada pada kedalaman 250 meter di bawah permukaan tanah. Gambar 7 menunjukkan model lapisan tanah yang digunakan pada SSA.

Pada model lapisan tanah sebagaimana terlihat pada Gambar 7 diperlukan data dinamis tanah yang mencakup nilai kecepatan rambat gelombang geser ( $V_s$ ), modulus geser ( $G$ ), *density* tanah ( $\gamma$ ) dan nilai redaman tanah ( $\xi$ ). Nilai modulus geser dan nilai redaman diambil berdasarkan pendekatan empiris yang dikenalkan oleh Ohta & Goto (1978), Imai & Tonouchi (1982) dan Osaki & Iwasaki (1973). Selanjutnya, data lapisan tanah yang digunakan pada analisis SSA di lokasi pengabdian dapat diperoleh.



Gambar 7. Model Lapisan Tanah Pada Lokasi Pengabdian di Universitas Islam Sultan Agung

Lokasi Kota Semarang dekat dengan dua sumber gempa sesar aktif Sesar Semarang dan Sesar Lasem (Peta Sumber dan Bahaya Gempa, 2017). Berdasarkan informasi tersebut maka perlu dilakukan analisis rambatan gelombang gempa (SSA) dengan menggunakan skenario sumber gempa yang berasal dari kedua sumber tersebut di atas. Karena belum ada data kejadian gempa yang bersumber pada kedua sumber gempa tersebut maka data kejadian gempa diambil dari sumber gempa lain yang mempunyai mekanisme kegempaan sama seperti sumber gempa Sesar Semarang dan Sesar Lasem. Analisis SSA dengan menggunakan kedua sumber gempa tersebut juga sedang dilakukan pada penelitian tahun 2019.

Data gempa yang digunakan adalah gempa Northridge-01 Magnitudo 6,69 Jarak 5,26 Km yang mewakili sumber gempa Sesar Semarang dan Gempa Imperial Valley-06 Magnitudo 6,53 Mw Jarak 5,09 Km yang mewakili sumber gempa sesar Lasem. Sebelum digunakan, kedua data gempa tersebut harus dicocokkan dengan skenario kejadian gempa yang bersumber dari gempa Sesar Semarang dan gempa Sesar Lasem dengan menggunakan analisis *response spectral matching*. Selanjutnya, hasil analisis SSA pada lokasi pengabdian berbentuk respons spektra permukaan dan nilai faktor amplifikasi dari kedua skenario gempa tersebut di atas. Nilai faktor amplifikasi terdiri dari tiga spektra percepatan yaitu PGA, spektra 0,2 detik dan spektra 1 detik. Nilai faktor amplifikasi diperoleh dari hasil perbandingan nilai ketiga spektra percepatan di permukaan dan di elevasi bedrock.

Hasil SSA untuk perhitungan nilai faktor amplifikasi menunjukkan bahwa FPGA untuk lokasi pengabdian berkisar antara 1,4 sampai 1,5. Nilai faktor amplifikasi atau koefisien situs untuk spektra 0,2 detik ( $F_a$ ) berkisar antara 0,6 sampai 0,8. sedangkan nilai faktor amplifikasi atau faktor situs untuk spektra 1 detik ( $F_v$ ) berkisar antara 2,4 sampai 2,6. Jika dibandingkan dengan nilai faktor amplifikasi menurut SNI 1726:201X terlihat bahwa dengan nilai  $S_s$  sebesar 0,984 g atau  $\pm 1$  g maka nilai  $F_a$  berkisar pada nilai 1,1. Nilai faktor amplifikasi yang diperoleh dari SSA lebih kecil dibandingkan nilai  $F_a$ . Nilai faktor amplifikasi lokasi pengabdian lebih kecil dari nilai  $F_v$  pada SNI 1726:201X yang berkisar 0,4 sampai 0,8. Nilai faktor amplifikasi untuk PGA lebih besar dibandingkan nilai koefisien situs FPGA pada SNI 1726:201X. Nilai FPGA hasil analisis SSA diperoleh dari nilai PGA akibat skenario kedua sumber gempa Sesar Semarang dan Sesar Lasem yang berkisar pada nilai 0,3 g. Dari hasil analisis SSA terlihat secara umum nilai faktor amplifikasi untuk perhitungan kecepatan gerakan tanah akibat gempa yang dihitung dengan pendekatan SSA lebih kecil dibandingkan nilai faktor amplifikasi situs tanah SE yang terdapat pada SNI 1726:201X.

### 3.3. Focus Group Discussion (FGD) di Kampus Universitas Islam Sultan Agung

Hasil analisis selanjutnya dipaparkan di Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung dalam bentuk *Focus Group Discussion* (FGD). Kegiatan ini dibuka oleh pihak kampus Universitas Islam Sultan Agung yang diwakili oleh Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung, yang dapat dilihat pada Gambar 8 (a), selanjutnya Gambar 8 (b) merupakan pemberian penjelasan mengenai hasil yang didapatkan oleh tim pengabdian masyarakat Universitas Diponegoro.





(a)



(b)

Gambar 8. (a) Pembukaan Kegiatan FGD oleh Wakil Dekan I Universitas Islam Sultan Agung (b) Penjelasan Hasil Kegiatan yang dipaparkan oleh Tim Pengabdian Universitas Diponegoro

Kegiatan FGD ini berlangsung dengan baik. Diskusi dapat berjalan sebagaimana mestinya dimana berbagai hal didiskusikan dari proses pengujian mikrotremor hingga pengolahan hasil dengan menggunakan metode respons spesifik situs (SSA) serta analisis, yang dapat dilihat pada Gambar 9 (a). Sementara itu, Gambar 9 (b) menunjukkan pengajuan pertanyaan yang dilakukan oleh salah satu peserta FGD dari Universitas Islam Sultan Agung kepada Tim Pengabdian Universitas Diponegoro.



(a)



(b)

Gambar 9. (a) Diskusi saat FGD (b) Penyampaian Pertanyaan oleh Salah Satu Peserta FGD dari Unissula kepada Tim Pengabdian Universitas Diponegoro

#### 4. SIMPULAN

Pekerjaan pengeboran untuk mencari elevasi bedrock membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang sangat besar, oleh karena itu sebagai pembanding dapat dilakukan pengujian mikrotremor untuk menentukan elevasi tanah dasar. Perhitungan nilai amplifikasi tanah atau faktor situs pada tanah jenis SE atau tanah lunak telah dilakukan pada lokasi Kampus Universitas Islam Sultan Agung, Jl. Kaligawe Semarang. Kajian tentang perhitungan nilai amplifikasi tanah perlu disampaikan berdasarkan informasi yang diperoleh dari ACSE 07/2016. Dari hasil kajian di lokasi pengabdian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kampus Universitas Islam Sultan Agung terletak pada zona jenis tanah lunak.
- b. Elevasi *bedrock* pada wilayah pengabdian diperkirakan berada pada kedalaman 250 – 300 meter di bawah permukaan tanah.
- c. Nilai faktor amplifikasi atau faktor situs yang dihitung pada wilayah studi secara umum lebih kecil dibandingkan nilai faktor situs pada SNI 1726:201X kecuali pada nilai faktor amplifikasi PGA.



**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan bantuan hibah pengabdian kepada masyarakat sehingga kegiatan ini dapat berjalan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung atas kerjasamanya sebagai mitra pengabdian masyarakat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- ASCE/SEI 07-10 (2010). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. American Society of Civil Engineers.
- ASCE/SEI 07-16 (2017). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. American Society of Civil Engineers
- Leyendecker E.V., Hunt E.J., Frankel A.D. & Rukstales K.S. (2000). *Development of Maximum Considered Earthquake Ground Motion Maps*, *Earthquake Spectra*, 16(1), 21-40
- Partono W., Prabandiyani S.P.R., Irsyam M. and Maarif S. (2016). Seismic Microzonation of Semarang Indonesia based on Site Response Analysis using 30 m Soil Deposit Model. *Jurnal Teknologi*, 78:8-5, 31-38.
- Pusat Studi Gempa Nasional (2017), *Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*, Pusat Litbang Perumahan dan Pemukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, ISBN 978-602-5489-01-3, 2017, pp. 1-377
- SNI 1726:2012 (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktural Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standardisasi Nasional.
- Stewart J. A. dan Seyhan E. (2013), *Semi-Empirical Nonlinear Site Amplification and its Application in NEHRP Site Factors*, Pasific Earthquake Engineering Research Center (PEER) Report 2013/13. University of California, Berkelay