

**ANALISIS EFEK TAPAK LOKAL DARI GEOLOGI TANAH
DI BADUNG SELATAN DAN KOTA DENPASAR DENGAN SURVEI
MIKROTREMOR (STUDI KASUS GEMPABUMI NUSADUA
13 OKTOBER 2011)**

Adityo Mursitantyo¹, Komang Ngurah Suarbawa¹, Ardianto Septiadhi²

¹*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.*

²*Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar Jalan Raya Tuban Badung
Bali Indonesia 80361.*

Email : adityo.mursitantyo@bmgk.go.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian efek tapak lokal dari geologi tanah di daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar dengan survei mikrotremor. Dari survei mikrotremor didapatkan nilai periode dominan tanah dengan metode HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Dari nilai periode dominan tanah didapatkan tanah permukaan jenis A pada daerah Peguyangan, Pemecutan Kaja, Jimbaran, Uluwatu dan Jimbaran dengan rentang periode dominan antara 0.02 – 0.20 detik. Tanah permukaan jenis B didapatkan pada daerah Cangu, Kerobokan, Kota Denpasar, Kesiman, Sanur, Sesetan, Kuta, Nusadua dan Tanjung Benoa dengan rentang periode dominan tanah antara 0.26 – 0.38 detik. Tanah permukaan jenis C didapatkan pada daerah Seminyak, daerah sebelah utara Sesetan dan pesisir Sanur dengan rentang periode dominan tanah antara 0.46 – 0.61 detik. Berdasarkan nilai periode dominan, geologi tanah, dan data kerusakan akibat gempabumi Nusadua 13 Oktober 2011, daerah dengan tanah permukaan jenis B dan C lebih rentan pada saat terjadi gempabumi dibandingkan daerah dengan tanah jenis permukaan A.

Kata Kunci : efek tapak lokal, mikrotremor, periode dominan, HVSR.

ABSTRACT

Local site effect from geology on South Badung and Denpasar City by microtremor measurements has been investigated. Ground predominant period was indicated by microtremor measurements with HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) method. Subsoil A type was obtained by ground predominant period on Peguyangan, Pemecutan Kaja, Jimbaran, Uluwatu, and Jimbaran with ground predominant period range between 0.02 – 0.20 second. Subsoil B type was obtained on Cangu, Kerobokan, Denpasar City, Kesiman, Sanur, Sesetan, Kuta, Nusadua and Benoa Peninsula with ground predominant period range between 0.26 – 0.38 second. Subsoil C type was obtained on Seminyak, northern Sesetan and Sanur coast with ground predominant period range between 0.46 – 0.61 second. The conclusion, based on predominant period, geology, and data of damage due to October 13th 2011 Nusadua earthquake, areas with subsoil B and C type more susceptible than areas with subsoil A type when earthquake occur.

Keywords : local site effect, microtremor, predominant period, HVSR.

I. PENDAHULUAN

Besarnya guncangan gempabumi di suatu daerah dipengaruhi oleh 3 faktor yakni magnitudo, jarak dan kedalaman gempabumi, serta karakteristik tanah (Irsyam, 2010). Karakteristik tanah meliputi keadaan geologi secara lokal serta kondisi tanah itu sendiri. Karakteristik tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam memperbesar atau meredam getaran saat terjadi gempabumi. Efek tapak lokal merupakan respon dari karakteristik tanah terhadap getaran saat terjadi gempabumi. Untuk mengetahui efek tapak lokal dari suatu keadaan geologi maka perlu dilakukan survei Mikrotremor.

Berdasarkan data geologi, sebagian Badung Selatan meliputi Kecamatan Kuta merupakan tanah aluvial yang terdiri dari endapan material fluvio vulkanik sedangkan endapan vulkanik Gunung Buyan, Bratan dan Batur menutupi hampir 70% daerah Kota Denpasar. Beberapa gempabumi merusak di dunia menunjukkan bahwa kerusakan lebih parah terjadi pada dataran aluvial dibandingkan dengan daerah perbukitan (Nakamura, 2000).

Variasi karakteristik tanah pada daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar mengindikasikan akan adanya efek tapak lokal. Hal inilah yang melatarbelakangi penelitian mengenai efek tapak lokal pada daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Geologi Denpasar dan Badung Selatan

Kota Denpasar dan Badung Selatan terdiri dari 3 (tiga) formasi batuan yakni:

- Formasi Selatan

Formasi ini tersingkap di semenanjung Bali bagian selatan dan Nusa Penida. Karakteristik lahan pegunungan kapur selatan yakni terdiri atas koral dan *marl*, dimana kapur koral berkembang menjadi topografi berbukit.

- Dataran Aluvial

Dataran aluvial merupakan daerah penimbunan (sedimentasi) dan pada dasarnya terbentuk oleh proses fluvial (bentukan lahan terjadi akibat proses air mengalir baik yang memusat (sungai) maupun oleh aliran permukaan bebas (Suprpto Dibyosaputro, 1997). Wilayah ini meliputi Kuta dan Denpasar Selatan. Topografi wilayah aluvial ini landai hingga datar dan terdiri dari endapan material fluvio vulkanik. Karakteristik tanah banyak dipengaruhi oleh tumpukan material vulkanis yang mengalami pelapukan

dan endapan luapan air sungai yang membawa sedimen saat banjir sehingga struktur endapan pada dataran aluvial berlapis horizontal pada elevasi yang rendah.

- Tufa dan Endapan Vulkanik Gunung Buyan, Bratan dan Batur

Endapan vulkanik ini menutupi hampir 70 % wilayah Kota Denpasar, berupa batuan gunung api hasil dari yang terdiri dari tufa dan breksi, lahar, kerikil, pasir.

2.2 Pengaruh efek tapak lokal terhadap Gempabumi

Pengaruh efek lokal terhadap gempabumi menunjukkan bahwa kerusakan struktur bangunan akibat gempabumi dan intensitas guncangan tanah selama gempa secara signifikan dipengaruhi oleh kondisi geologi, kondisi tanah setempat (Seed, 1972). Batuan sedimen yang lunak diketahui memperkuat gerakan tanah selama gempa dan karena itu rata-rata kerusakan yang diakibatkan lebih parah dari pada lapisan keras (Tuladhar, 2002). Artinya batuan sedimen merupakan faktor amplifikasi amplitudo gelombang gempabumi. Kota modern yang dibangun di atas sedimen lunak akan mudah mengalami kerusakan akibat amplifikasi gelombang gempabumi.

Faktor penting yang digunakan untuk mengestimasi efek lokal yang diakibatkan oleh gempa bumi adalah hubungan antara periode dominan dengan

2.3 Mikrotremor

Mikrotremor adalah getaran lemah pada permukaan bumi yang bersumber dari aktivitas manusia dan alam, seperti lalu lintas, pabrik, interaksi antara bangunan dan pohon yang tertiuip angin serta gelombang laut. Mikrotremor sangat bermanfaat untuk mengenali sifat dinamis tanah. (Daryono dkk, 2009).

2.3 Horizontal to Vertikal Fourier Amplitude Spectral Ratio (HVSR)

Metode HVSR adalah metode untuk mengestimasi frekuensi alamiah dan penguatan geologi setempat dari data mikrotremor. Metode HVSR merupakan metode yang efektif, murah dan ramah lingkungan yang dapat digunakan pada wilayah pemukiman. Metode HVSR digunakan pada seismik pasif (mikrotremor) tiga komponen. Parameter penting yang dihasilkan dari metode HVSR adalah frekuensi alamiah dan penguatan. HVSR yang terukur pada tanah yang bertujuan untuk karakterisasi geologi setempat, frekuensi alamiah dan penguatan yang berkaitan dengan parameter fisik bawah permukaan (Herak, 2008). Dalam pengamatan di lapangan ada dua komponen horisontal yang diukur yaitu komponen utara – selatan dan komponen

barat- timur, sehingga komponen horisontal yang digunakan adalah resultan dari kedua komponen.

$$f_0 = \frac{\sqrt{f(EW)^2 + f(NS)^2}}{f(V)} \quad (2.1)$$

Dimana:

f_0 = frekuensi dominan (Hz)

f_{NS} = frekuensi mikrotremor komponen horisontal utara – selatan (Hz).

f_{WE} = frekuensi mikrotremor komponen barat – timur (Hz).

f_V = frekuensi mikrotremor komponen vertikal di permukaan (Hz).

III. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menghitung nilai dan kontur periode dominan adalah sebagai berikut:

1. Mendesain konsep akuisisi lapangan pada daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar, sehingga didapatkan gambaran rinci terkait dengan akuisisi yang akan dilakukan. Faktor yang ditinjau yakni kondisi geografi dan geologi daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar
2. Menggunakan teknik pencuplikan secara proporsional dan pencuplikan berdasarkan tujuan untuk menentukan lokasi pengukuran dan jumlah lokasi pengukuran
3. Mengakuisisi data dengan seperangkat alat pengukur mikrotremor berupa seismometer periode pendek tipe TDS-303 (3 komponen) dengan frekuensi sampling 100 Hz, dilengkapi dengan *digitizer*, kabel data, panel surya, GPS, UPS, dan laptop akuisisi data.
4. Mengolah data dengan perangkat lunak GEOPSY. Adapun perangkat lunak GEOPSY menggunakan teknik HVSR dan menghasilkan data berupa rata – rata spektrum mikrotremor. Informasi yang didapatkan dari spektrum yakni nilai frekuensi dominan (f_0) dan nilai puncak spektrum mikrotremor (A) di lokasi pengukuran. Adapun diagram alir perangkat lunak *Geopsy*
5. Mengubah data frekuensi dominan (f_0) dari lokasi pengukuran menjadi periode dominan (T) dengan menggunakan hubungan antara frekuensi dan periode.

$$T_0 = 1/f_0 \quad (3.1)$$

6. Mengolah dan mengkontur nilai periode dominan per titik pengukuran dengan perangkat lunak ARC GIS dan menggunakan metode interpolasi *natural neighbour* sehingga didapatkan peta kontur periode dominan daerah penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Data yang digunakan dalam analisis periode dominan hasil pengolahan dari data mikrotremor oleh perangkat lunak Geopsy disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran yang digunakan dalam analisis periode dominan

Kode	Lokasi	f_0 (Hz)	T_0 (detik)
9	Poltek UNUD Bukit	48.16	0.02
10	Lap. Belakang KFC Jimbaran	14.26	0.07
19	Poltabes Denpasar	9.74	0.1
3	Lap. Pemkab Badung/Gatsu	9.37	0.11
6	Monang-maning	9.49	0.11
12	Padang Sambian	8.21	0.12
13	Balai Besar MKG III	6.43	0.16
14	Mess Jl. Mapanget	6.02	0.17
15	Sanur/Lap.Padang Galak	5.87	0.17
22	Jl. Tukad Baru	5.04	0.2
5	Kedonganan	3.88	0.26
34	Pantai Matahari Terbit	3.78	0.26
38	Gangsa Private Villa	3.72	0.27
32	Balai Besar Veteriner	3.48	0.29
25	Jl. By Pass Ngurah Rai	3.31	0.3
16	Lap.Letda Made Pica Sanur	3.02	0.33
36	Jl. Tukad Balian	3.00	0.33
1	Nusadua/Tanjung Benoa	2.83	0.35
33	Jl. Pesanggrahan, Pedungan	2.82	0.35
40	Jl. Danau Tondano	2.89	0.35
23	Kepaon Pemogan	2.68	0.37
8	Sindhu Sanur	2.64	0.38
35	Lapangan Fortuna Sidakarya	2.18	0.46
4	Sunset Road	2.11	0.47
7	PetitTenget	2.14	0.47
11	Mangrove (Blk. Mal Galeria)	1.78	0.56
2	Stasiun Geofisika Sanglah	1.71	0.58
18	Yamaha Bisma Imam Bonjol	1.65	0.61

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai frekuensi dominan yang didapatkan dari hasil pengolahan data mikrotremor pada daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar menunjukkan distribusi nilai frekuensi dominan dalam rentang 1.65 – 48.16 Hz. Adapun nilai periode dominan yang didapatkan yakni dalam rentang 0.02 – 0.61 detik.

4.2 Analisis

4.2.1 Analisis periode dominan tanah terhadap faktor geologi

Data dari tiap titik pengukuran mikrotremor diidentifikasi kondisi geologi berdasarkan informasi pada Peta Geologi Bali. Identifikasi geologi pada lokasi titik pengukuran berdasarkan Peta Geologi disajikan pada Tabel 4.2.

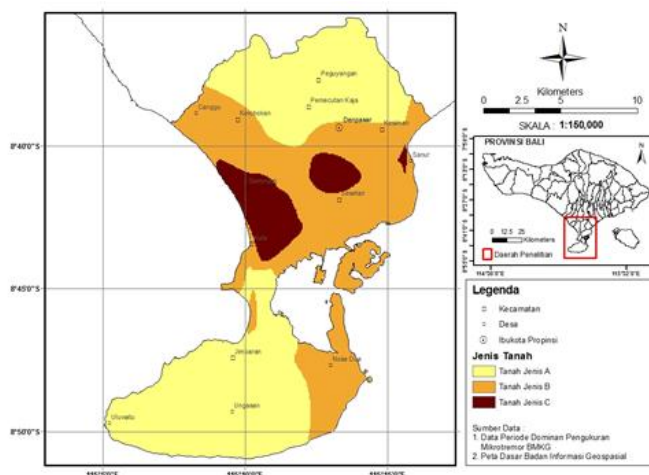
Tabel 4.2 Data identifikasi geologi daerah pengukuran

Kode	Lokasi	Identifikasi Geologi	T dom (detik)
1	Nusadua/Tanjung Benoa	Endapan Aluvial	0.35
5	Kedonganan	Endapan Aluvial	0.26
11	Mangrove (Blk. Mal Galeria)	Endapan Aluvial	0.56
13	Balai Besar MKG III	Endapan Aluvial	0.16
14	Mess Jl. Mapanget	Endapan Aluvial	0.17
25	Jl. By Pass Ngurah Rai	Endapan Aluvial	0.30
38	Gangsa Private Villa	Endapan Aluvial	0.27
2	Stasiun Geofisika Sanglah	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.58
3	Lap. Pemkab Badung/Gatsu	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.11
4	Sunset Road	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.47
6	Monang-maning	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.11
7	PetiTenget	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.47
8	Sindhu Sanur	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.38
12	Padang Sambian	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.12
15	Sanur/Bypass Ngurah Rai	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.17
16	Lap.Letda Made Pica Sanur	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.33
18	Yamaha Bisma Imam Bonjol	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.61
19	Poltabes Denpasar	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.10
22	Jl. Tukad Baru	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.20
23	Kepaon Pemogan	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.37
32	Balai Besar Veteriner	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.29
33	Jl. Pesanggrahan, Pedungan	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.35
34	Pantai Matahari Terbit	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.26
35	Lapangan Fortuna Sidakarya	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.46
36	Jl. Tukad Balian	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.33
40	Jl. Danau Tondano	Endapan Vulkanik Buyan-Bratan & Batur	0.35
9	Poltek UNUD Bukit	Formasi Selatan	0.02
10	Lap. Belakang KFC Jimbaran	Formasi Selatan	0.07

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan bahwa pada endapan aluvial rentang periode dominan yang terukur yakni 0.16 – 0.56 detik, endapan vulkanik Buyan – Bratan dan Batur dengan rentang periode dominan yang terukur yakni 0.10 – 0.61 detik, dan Formasi Selatan dengan rentang periode dominan yang terukur yakni 0.02 – 0.07 detik.

Berdasarkan parameter periode dominan tanah yang telah dibuatkan distribusi spasialnya, selanjutnya dilakukan analisis untuk menentukan klasifikasi jenis tanah permukaan dari nilai periode dominan menurut S. Omote dan Nakajima (1966).

Selanjutnya dilakukan analisis secara spasial dengan perhitungan raster menggunakan perangkat lunak ARCGIS yang disajikan dalam Gambar 4.1.



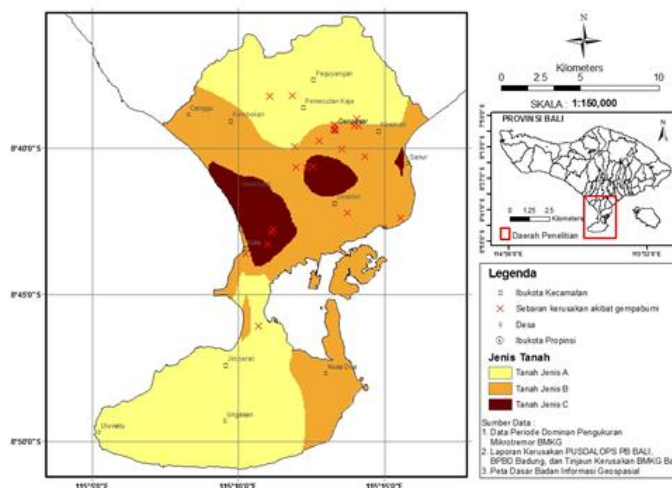
Gambar 4.1. Peta nilai Periode Dominan Badung Selatan dan Kota Denpasar berdasarkan klasifikasi tanah permukaan.

Berdasarkan Gambar 4.1 dan Tabel 4.2 didapatkan informasi bahwa tanah permukaan jenis A terdapat pada sebagian besar daerah Peguyangan, Pemecutan Kaja, Jimbaran, Uluwatu dan Ungasan dengan rentang periode dominan antara 0.02 – 0.20 detik. Tanah permukaan jenis B diindikasikan pada daerah penelitian Canggu, Kerobokan, Kota Denpasar, Kesiman, Sanur, Sesetan, Sebagian Kuta, Nusadua dan Tanjung Benoa berupa batuan aluvial dengan rentang periode dominan tanah antara 0.26 – 0.38 detik. Sedangkan pada daerah Seminyak, daerah sebelah utara Sesetan dan pesisir Sanur diindikasikan terdapat tanah permukaan jenis C yang merupakan batuan aluvial dengan rentang periode dominan tanah antara 0.46 – 0.61 detik.

4.2.2 Analisis periode dominan tanah terhadap sebaran kerusakan akibat gempabumi Nusadua 13 Oktober 2011

Pengkajian sebaran kerusakan berdasarkan pendekatan faktor geologi pernah dilakukan oleh Midorikawa (2002) menggunakan data gempabumi Kanto, Jepang 1923. Hasil penelitiannya menunjukkan adanya hubungan antara sebaran kerusakan rumah dengan faktor geologi.

Data yang telah dikumpulkan melalui data laporan masyarakat maupun oleh PUSDALOPS PB Kota Denpasar dan data survei tim lapangan BMKG Bali kemudian ditentukan koordinat titik kerusakan dan dipetakan dengan perangkat lunak ARCGIS.



Gambar 4.3. Peta Kepadatan Penduduk Perkecamatan Provinsi Bali

Adapun rincian sebaran kerusakan akibat gempa bumi Nusatua 13 Oktober 2011 pada daerah penelitian disajikan dalam Tabel 4.3.

No	Lintang	Bujur	Jenis Tanah	Keterangan Kerusakan
1	-8.65314	115.22219	A	Kantor Depkominfo Denpasar Jl. Melati
2	-8.64982	115.23456	A	Genteng Puskesmas Dentim II runtuh
3	-8.76792	115.17858	A	Genteng SMAN 2 Kuta runtuh
4	-8.63680	115.19781	A	Plafon Nissan Gatsu rubuh
5	-8.63722	115.18484	A	Atap KFC Kebo Iwa runtuh
6	-8.66566	115.19910	A	Genteng runtuh di SMPN 7 Denpasar (genteng runtuh dan mengenai kaki siswa)
7	-8.65408	115.23320	B	Dinding bangunan SMAN 3 Denpasar retak (Lab bahasa retak)
8	-8.65389	115.23544	B	Pura di Jln. Nusa Indah runtuh
9	-8.65574	115.22215	B	Gapura DPRD Bali retak
10	-8.65658	115.22204	B	Gapura dan gedung Kesbangpolinmas Prov. Bali retak
11	-8.67754	115.19976	B	Genteng Rumah di Batan Nyuh Imam Bonjol runtuh
12	-8.70627	115.25952	B	Tembok rumah di Sanur Kauh roboh
13	-8.67130	115.23920	B	SD Saraswati 3 Dps genteng runtuh dan pemubug pecah (sudah diperbaiki)
14	-8.70350	115.22910	B	SMK 2 Denpasar Jln Pendidikan (pihak sekolah masih rapat)
15	-8.66722	115.22608	B	Genteng di Bappeda Prov. Bali runtuh
16	-8.65632	115.22173	B	Genteng di Dinas Sosial Prov.Bali runtuh
17	-8.66238	115.21301	B	Genteng Pustu Dauh Puri Pekambangan runtuh
18	-8.72666	115.17081	B	SMA 1 Kuta Utara
19	-8.67726	115.20963	C	Tembok kantor BMKG retak
20	-8.67743	115.20559	C	Genteng Rumah Sakit Kasih Ibu runtuh
21	-8.71289	115.18673	C	Tembok bagian depan dan genteng Carefure runtuh
22	-8.72149	115.18341	C	Genteng Abascus runtuh (info Bali TV)
23	-8.71460	115.18571	C	Plafon XL Center Sunset Road rubuh

Data periode dominan yang diklasifikasikan menjadi data jenis tanah permukaan memberikan gambaran bahwa kerusakan akibat gempa bumi Nusatua 13 Oktober 2011 lebih banyak terjadi pada endapan yang tidak kompak pada tanah jenis B dan C. Sebanyak 17 titik laporan kerusakan merupakan gabungan tanah jenis B dan C dari 23 titik laporan kerusakan yang telah dikumpulkan.

Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa daerah dengan tanah jenis permukaan A merupakan daerah yang tidak mengalami amplifikasi saat terjadi gempa bumi. Penentuan daerah kurang rentan ini berdasarkan hasil penelitian: (1) Nilai periode dominan tanah sangat rendah yakni kurang dari 0.25 detik, (2) Daerah Formasi Selatan tersusun atas material kompak dengan umur batuan tua (Tersier). Sedangkan pada sebagian besar daerah Pegunungan dan Pemecutan Kaja memiliki endapan vulkanik yang lebih tua dibandingkan daerah selatan dan (3) Rendahnya laporan dan tinjauan kerusakan pada daerah dengan tanah jenis permukaan A.

Daerah lebih rentan secara seismik saat terjadi gempa bumi Nusatua 13 Oktober 2013 yakni daerah dengan tanah permukaan jenis B dan C. Penentuan daerah rentan secara seismik ini berdasarkan hasil penelitian : (1) Nilai periode dominan tanah tinggi yakni lebih dari 0.25 detik, (2) Daerah endapan aluvial dan endapan vulkanik Gunung Buyan – Bratan tersusun atas material yang tersusun atas material lepas dan memiliki umur batuan yang lebih muda (Kuartar) sehingga berpotensi menimbulkan resonansi gelombang seismik saat terjadi kejadian gempa bumi dan (3) Tingginya laporan dan tinjauan kerusakan pada daerah dengan tanah permukaan jenis B dan C.

V. KESIMPULAN

Dalam studi ini, nilai periode dominan didapatkan dari hasil pengukuran mikrotremor pada daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar. Periode dominan didapatkan dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Pada pengukuran mikrotremor pada daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar didapatkan daerah endapan aluvial memiliki rentang periode dominan yang terukur yakni 0.16 - 0.56 detik, endapan vulkanik Buyan - Bratan dan Batur dengan rentang periode dominan yang terukur yakni 0.10 - 0.61 detik, dan Formasi Selatan dengan rentang periode dominan yang terukur yakni 0.02 - 0.07 detik.

Tanah permukaan jenis A pada daerah Pegunungan, Pemecutan Kaja, Jimbaran, Uluwatu dan Jimbaran dengan rentang periode dominan 0.02 – 0.20 detik. Tanah

permukaan jenis B didapatkan pada daerah Canggu, Kerobokan, Kota Denpasar, Kesiman, Sanur, Sesetan, Kuta, Nusadua dan Tanjung Benoa dengan rentang periode dominan tanah 0.26 – 0.38 detik. Tanah permukaan jenis C didapatkan pada daerah Seminyak, daerah sebelah utara Sesetan dan pesisir Sanur dengan rentang periode dominan tanah 0.46 – 0.61 detik. Daerah dengan tanah permukaan jenis B dan C lebih rentan mengalami amplifikasi pada saat terjadi gempa bumi dibandingkan daerah dengan tanah jenis permukaan A.

VI. SARAN

1. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan nilai V_s (Kecepatan gelombang S) yang digunakan untuk mendapatkan nilai kedalaman sedimen daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar.
2. Pemerintah Provinsi Bali dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai data dukung dalam perencanaan tata ruang daerah perkotaan.
3. Pemerintah Provinsi Bali dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai salah satu komponen mikrozonasi daerah Badung Selatan dan Kota Denpasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryono, Sutikno, J. Sartohadi, Dulbahri, K. S. Brotopuspito, 2009, Efek Tapak Lokal (Local Site Effect) di Graben Bantul Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor, International Conference Earth Science and Technology, Yogyakarta
- Irsyam, M., 2010, Peta Hazard Gempa Indonesia 2010, Kementerian Pekerjaan Umum
- Herak, M. 2008, Model HVSR: a Matlab tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise. *Computers and Geosciences* 34, 1514–1526.
- Kanai, K. And Tanaka, T., 1961. On Microtremors VIII, *Bull Eq.Res.Inst.*, Tokyo University, Vol.39 , Pt.1 ,p.97
- Nakamura, Y., 1989, A method for dynamic characteristic estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Q.R of R.T.I.* 30-1, pp. 25-33
- Oliviera C.S., A. Roca, X. Goula, 2006, Assessing and Managing Earthquake Risk, Geotechnical, Geological And Earthquake Engineering, Vol. 2
- Suprpto Dibyosaputro, Drs. M. Sc., (1997). *Geomorfologi Dasar*, Yogyakarta, Fakultas Geografi UGM