

KLASIFIKASI JENIS BATUAN DI KOTAMADYA DENPASAR DAN SEKITARNYA BERDASARKAN NILAI V_{s30}

Randi Adzin Murdiantoro

Universitas Peradaban

Jalan raya pagojegan KM 3, Paguyangan, Brebes, Jaya Tengah, Indonesia

randimurdiantoro@peradaban.ac.id

Abstrak

Kotamadya Denpasar dan sekitarnya memiliki potensi sebagai daerah rawan bencana gempabumi. Hal ini dikarenakan aktivitas tektonik yang mengapit pulau Bali. Salah satu upaya mitigasi bencana gempabumi yaitu dengan mengetahui struktur batuan bawah permukaan suatu daerah. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai V_{s30} dari pemodelan ground profile menggunakan metode Spatial Autocorrelation untuk mengklasifikasi jenis batuan secara *in situ*. Akuisisi data kecepatan gelombang sekunder dilakukan dengan pengukuran mikrotremor array sebanyak 15 titik. Model topografi dari United Stated Geological Surveys digunakan sebagai pembandingan data V_{s30} dari mikrotremor array. Hasil perhitungan dicocokkan dengan SNI1726:2012 untuk mengklasifikasi jenis batuan. Hasil perhitungan menunjukkan sebaran nilai dari 171,32 – 764,62 m/s. Wilayah Kecamatan Denpasar selatan memiliki nilai V_{s30} yang rendah karena didominasi batuan lunak. Sedangkan nilai V_{s30} tinggi berada di Kecamatan Kuta Utara dan Kecamatan Denpasar Timur.

Kata kunci: Denpasar, Mikrotremor, Klasifikasi Batuan

Abstract

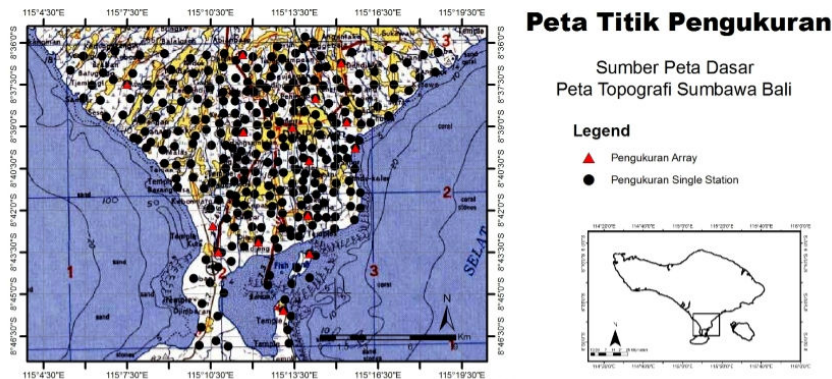
Denpasar municipality and vicinity have potential risk of earthquake. This is due to tectonic activities that flank the island of Bali. One of the earthquake mitigation efforts is by knowing the subsurface rock structure of an area. The aims of this study were to know value V_{s30} from ground profile using Spatial Autocorrelation method to *in situ* classifying rock types. Secondary wave velocity data acquisition using array microtremor done at 15 point. The United Stated Geological Surveys topographic models use as comparison of V_{s30} data from the array microtremor. The results are then matched with SNI 1726: 2012 to classify rock types. The results show the distribution of values from 171.32 - 764.62 m/s. The southern Denpasar Subdistrict has a low V_{s30} value because it is dominated by soft rock. While the value of high V_{s30} is in North Kuta District and East Denpasar District.

Keywords: Denpasar, Microtremor, Rock Classification

1. Pendahuluan

Seismisitas di pulau Bali dipengaruhi oleh aktivitas tektonik sesar naik belakang busur (*Back Arc Thrust*) di bagian utara dan zona subduksi antara lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia di bagian selatan [1]. Hal ini dibuktikan dengan adanya kedalaman hiposenter di sebelah utara lebih dangkal dibandingkan sebelah selatan pulau. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) wilayah III Denpasar mencatat setidaknya ada 4 gempa besar di Bali yang menyebabkan jatuhnya korban jiwa dan kerusakan infrastruktur. Salah satu gempabumi yang berdampak terhadap kotamadya Denpasar yaitu gempabumi Karangasem tahun 1979. Kajian tentang potensi bahaya gempabumi di Denpasar menggunakan analisis DSHA (*Deterministic Seismic Hazard Assesment*) menunjukkan efek gempabumi dapat menyebabkan likuifaksi, getaran tanah, *ground failure*, dan tsunami [2]. Resiko bahaya gempabumi di Denpasar dapat meningkat karena faktor pertumbuhan ekonomi yang pesat, laju pembangunan infrastruktur dan tingkat kepadatan penduduk. Upaya pencegahan perlu dilakukan untuk mengurangi kerugian akibat gempabumi. Salah satu upaya mitigasi gempabumi yaitu dengan mengetahui struktur batuan bawah permukaan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengklasifikasi jenis batuan secara *in situ*

menggunakan perhitungan nilai V_{s30} . Data kecepatan gelombang sekunder diperoleh dari pengukuran mikrotremor *array* dan model topografi V_{s30} dari website USGS..



Gambar 1. Peta titik pengukuran daerah penelitian yang ditandai dengan titik segitiga berwarna merah sebanyak 15 titik.

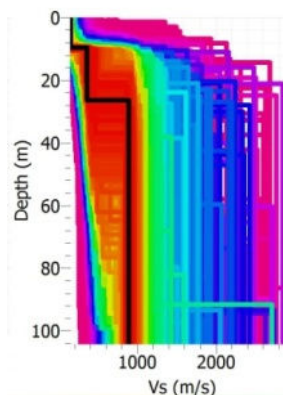
2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai V_{s30} dari *ground profile* pengukuran mikrotremor array untuk mengklasifikasi jenis batuan bawah permukaan. Pengambilan data mikrotremor *array* menggunakan 4 seismometer OYO model 1134 dengan konfigurasi segitiga dengan 15 titik pengukuran yang tersebar di Kotamadya Denpasar dan sekitarnya. Hasil pengukuran mikrotremor *array* dianalisis menggunakan metode SPAC (*Spacial AutoCorrelation*). Analisis metode SPAC dilakukan dengan mentransformasikan data mikrotremor kawasan waktu ke dalam kawasan frekuensi pada seluruh sensor *array* kemudian korelasi data mikrotremor dihitung untuk tiap pasangan sensor. Korelasi dari seluruh pasangan sensor kemudian dihitung nilai rata-ratanya dan mendapatkan koefisien autokorelasi rata-rata (spektrum koherensi/koefisien SPAC). koefisien SPAC memenuhi persamaan fungsi Bessel orde nol seperti pada persamaan [3]:

$$\bar{c}(f) = J_0 \left(\frac{2\pi fr}{v(f)} \right)$$

dengan \bar{c} adalah koherensi rata rata, J_0 adalah fungsi Bessel orde nol, r adalah jarak antar stasiun pengukuran.

Pengolahan data menggunakan *software* Geopsy, Spac2disp dan Dinver. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini berupa V_p antara 200 – 5000 m/s, V_s antara 150 – 3500 m/s, densitas antara 1000 – 2000 kg/m³, *poisson ratio* antara 0,4 – 0,5. V_s menggunakan Mode kecepatan *linier increase* dengan asumsi semakin dalam lapisan tanah semakin cepat gelombang merambat. Hasil dari pengolahan data berupa *ground profile* dengan misfit terendah seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Ground Profile* mikrotremor array dengan garis hitam merupakan model terbaik.

Nilai V_{s30} dapat dihitung untuk mengetahui sebaran jenis batuan (*site clasification*) dengan persamaan berikut ini :

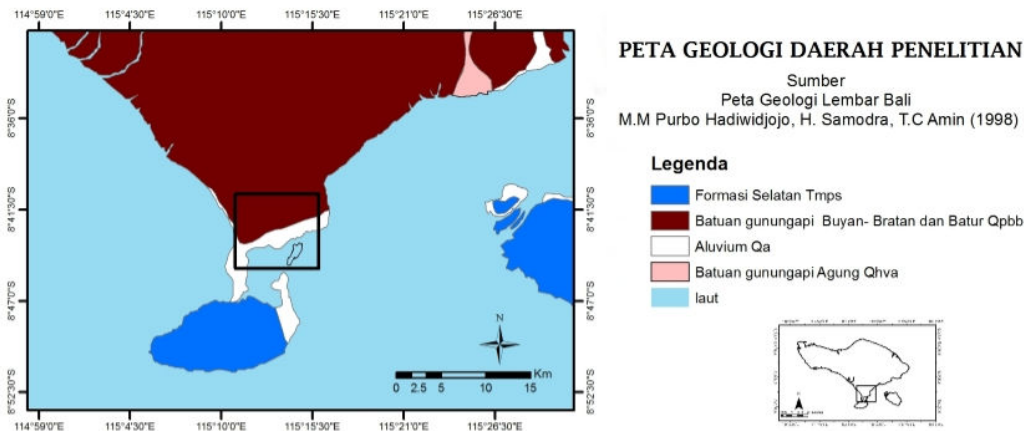
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{n=i}^j \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

dengan V_{s30} adalah kecepatan rata-rata kecepatan gelombang S pada lapisan tanah di atas 30 meter (m/s), h_i adalah kedalaman batuan pada lapisan ke-i (m), V_{Si} adalah kecepatan gelombang S pada lapisan ke-i (m/s).

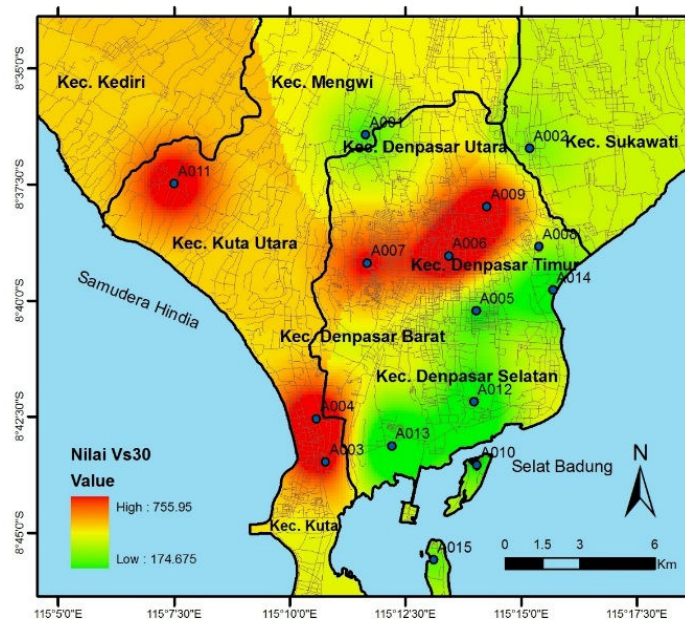
Data V_{s30} Kotamadya Denpasar diperoleh dari situs resmi USGS yaitu <https://earthquake.usgs.gov/data/vs30/>. Data ini kemudian diolah menjadi peta V_{s30} dan dijadikan pembanding dari V_{s30} mikrotremor *array*. Hasil perhitungan kemudian dicocokkan dengan SNI1726:2012 untuk mengklasifikasi batuan.

3. Hasil dan Analisis

Hasil pengukuran dan pengolahan menunjukkan sebaran nilai V_{s30} berkisar antara 171,32 – 764,62 m/s. Penampang *ground profile* dengan misfit terendah setiap titik pengukuran dapat dilihat pada lampiran 1. Berdasarkan peta geologi lembar Bali seperti yang ditunjukkan Gambar 2, kotamadya Denpasar dan sekitarnya bagian utara didominasi oleh formasi batuan gunungapi kelompok buyan-bratan dan batur (Qpbb) dengan umur holosen yang terdiri atas materi tuff dan lahar. Sedangkan bagian selatan yang berbatasan dengan pantai berupa formasi aluvium (Qa) dengan umur holosen yang terdiri atas material kerikil, pasir, lanau dan lempung dengan campuran endapan sungai, danau dan pantai. Kecamatan Denpasar selatan memiliki nilai V_{s30} rendah dibandingkan kecamatan yang lain. Daerah ini merupakan pantai reklamasi dan berisi tanah aluvium. Kecamatan Kediri, Kuta Utara, Denpasar Utara dan Denpasar Timur memiliki nilai V_{s30} yang tinggi. Peta sebaran nilai V_{s30} dapat dilihat pada Gambar 3. Daerah yang memiliki nilai V_{s30} yang tinggi ditandai dengan warna merah, nilai V_{s30} yang sedang ditandai dengan warna oranye-kuning, daerah dengan nilai V_{s30} yang rendah ditandai dengan warna hijau.

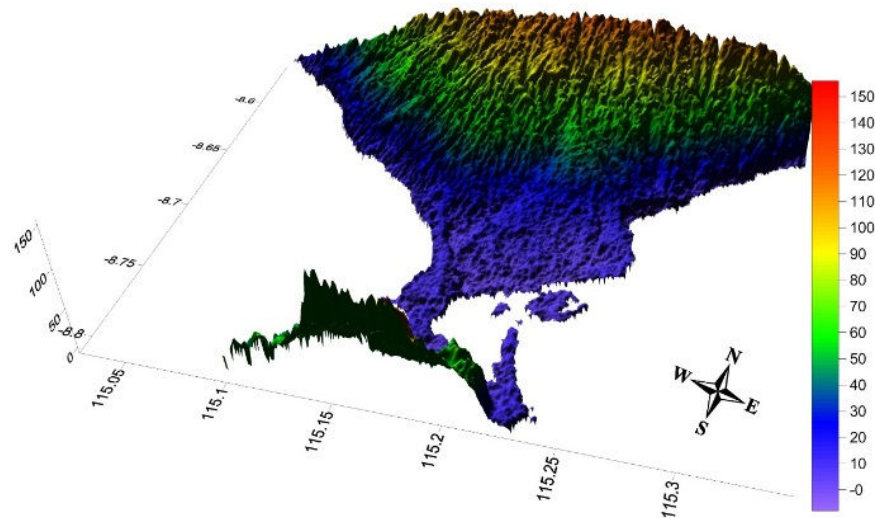


Gambar 2. Peta Geologi regional daerah penelitian (ditandai dengan kotak hitam) dengan sumber peta geologi lembar Bali M.M Purbo Hadiwidjojo, H. Samodra (1998)

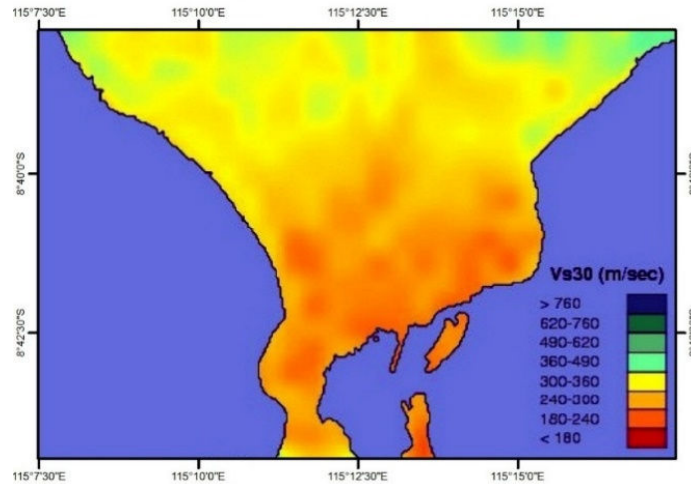


Gambar 3. Peta sebaran nilai V_{s30} daerah penelitian menggunakan teknik ekstrapolasi

Teknik ekstrapolasi digunakan untuk memperoleh distribusi nilai V_{s30} dengan 2 asumsi, yaitu kondisi geologi yang sama dan topografi yang tidak terlalu berbeda seperti yang terlihat pada Gambar 4. Sebaran nilai V_{s30} yang dikeluarkan USGS menunjukkan kesamaan kisaran nilai V_{s30} dengan hasil pengukuran mikrotremor *array* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Peta topografi daerah penelitian memperlihatkan bagian utara lebih tinggi daripada bagian selatan



Gambar 5. Peta sebaran nilai V_{s30} daerah penelitian yang didapat dari USGS menunjukkan kisaran nilai yang sama dengan pengukuran dengan mikrotremor *array*.

Klasifikasi batuan bawah permukaan daerah penelitian dilakukan setelah pencocokan hasil perhitungan dengan SNI1726:2012. Klasifikasi batuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran nilai V_{s30} dan jenis batuan bawah permukaan daerah penelitian

Nama Titik	Kecamatan	v_{s30} (m/s)	Jenis tanah
A001	Mengwi	345.72	tanah sedang
A002	Sukawati	387.75	tanah keras, batuan lunak
A003	Kuta	662.42	tanah keras, batuan lunak
A004	Kuta	738.63	tanah keras, batuan lunak
A005	Denpasar Timur	327.75	tanah sedang
A006	Denpasar Timur	764.62	batuan
A007	Denpasar Barat	640.5	tanah keras, batuan lunak
A008	Denpasar Timur	425.68	tanah keras, batuan lunak
A009	Denpasar Timur	726.96	tanah keras, batuan lunak
A010	Denpasar Selatan	325.62	tanah sedang
A011	Mengwi	694.54	tanah keras, batuan lunak
A012	Denpasar Selatan	243.01	tanah sedang
A013	Denpasar Selatan	171.32	tanah lunak
A014	Denpasar Timur	273.96	tanah sedang
A015	Kuta	367.26	tanah keras, batuan lunak

Secara umum Kotamadya Denpasar dan sekitarnya merupakan daerah yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan gunung api Buyan-Bratan dan Batur yang membentuk morfologi perbukitan berelief halus di bagian utara dan dataran di bagian selatan. Tabel 1. menunjukkan nilai V_{s30} daerah penelitian sebelah selatan memiliki kecepatan sekunder yang lebih rendah dari daerah penelitian sebelah utara. Hal ini karena daerah penelitian sebelah selatan merupakan formasi alluvial dengan material penyusunnya lebih lunak yang menyebabkan kecepatan gelombang sekundernya lebih kecil dibandingkan formasi Buyan-Bratan.

4. Hasil dan Analisis

Hasil pengolahan data mikrotremor array dan perhitungan menunjukkan sebaran nilai dari 171,32 – 764,62 m/s. Kisaran nilai tersebut hampir sama dengan nilai Vs30 dari USGS dengan nilai <180 - 620 m/s. Berdasarkan nilai Vs30 dan SNI1726:2012 Kecamatan Denpasar selatan memiliki nilai Vs30 rendah dan jenis tanah lunak hingga sedang. Hal ini menyebabkan kecamatan Denpasar selatan memiliki potensi kerusakan yang lebih besar dibandingkan daerah lain dalam ruang lingkup penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Survei Geologi atas kesediaan data yang kami pakai dalam tulisan ini.

Daftar Pustaka

- [1] Daryono. Identifikasi Sesar Naik Belakang Busur (*Back Arc Thrust*) Daerah Bali Berdasarkan Seismisitas dan Solusi Bidang Sesar. Artikel Kebumihan, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2011: 4.
- [2] Sengara IW, Kertapati EK, Susila IGM. Seismic Hazard Assessment in Denpasar-Bali. The Regional Workshop on The Best Practices in Disaster Mitigation: 324.
- [3] Robert, J.C., dan Michael W.A. Resolving a Velocity Inversion at The Geotechnical Scale Using The Microtremor (Passive Seismic) Survey Method. *J. Exploration Geophysics*, 35. 2004. : 14-18