

# INVERSI MIKROTREMOR UNTUK *PROFILING* KECEPATAN GELOMBANG GESER ( $V_s$ ) DAN MIKORONASIS KABUPATEN BANDUNG

Andina Zuhaera<sup>1</sup>, Suharno<sup>2</sup>, Bagus S. Mulyatno<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro No. 01, Bandar Lampung 35145

Corresponding author: [andin1215051006@gmail.com](mailto:andin1215051006@gmail.com)

Manuscript received: June 30, 2019; revised: July 2, 2019;

Approved: July 18, 2019; available online: July 26, 2019

---

**Abstrak** - Kabupaten Bandung merupakan daerah dataran tinggi dengan kemiringan antara 0 – 8%, 8 – 15% hingga di atas 45%. Kabupaten ini terletak pada ketinggian 768 m di atas permukaan laut dengan daerah utara lebih tinggi dibandingkan daerah sebelah selatan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui sebaran gelombang  $V_s30$  dan mengetahui dampak kerusakan akibat adanya penguatan gelombang (amplifikasi). Untuk memperkecil dampak dari gempa bumi ini identifikasi yang dapat dilakukan diantaranya survei untuk memetakan karakteristik tanah dalam merespon guncangan gempa bumi menggunakan metode seismik *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR). Berdasarkan hasil penelitian persebaran nilai frekuensi dominan, Kabupaten Bandung teridentifikasi memiliki tanah yang keras dan batuan lunak serta memiliki *clay* padat dengan ketebalan puluhan meter. Nilai amplifikasi di Kabupaten Bandung memiliki nilai ( $0 < A_0 < 6$ ) yang dapat dikategorikan bahwa Kabupaten Bandung memiliki dampak kerusakan yang kecil terhadap gempa bumi. Perbedaan antara hasil pengolahan inversi dan HVSR disebabkan asumsi bahwa pada inversi lapisan bersifat heterogen dan pada HVSR lapisan bersifat homogen.

**Abstract** - Bandung Regency is a highland area with a slope between 0 - 8%, 8-15% to above 45%. The district is located at an altitude of 768 m above sea level with the northern region higher than the south. The purpose of this study was to determine the distribution of  $V_s30$  waves and determine the impact of damage due to wave amplification (amplification). To minimize the impact of this earthquake identification can be done including a survey to map soil characteristics in response to earthquake shocks using the seismic *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) method. Based on the results of the study, the distribution of the dominant frequency values, Bandung Regency was identified as having hard and soft rock soil and having solid clay with a thickness of tens of meters. The amplification value in Bandung Regency has a value ( $0 < A_0 < 6$ ) which can be categorized that Bandung Regency has a small impact on the earthquake. The difference between the results of inversion processing and HVSR is due to the assumption that the layer inversion is heterogeneous and the HVSR layer is homogeneous.

**Keywords:** microtremor,  $V_s30$ , dominant frequency, amplification.

---

## How to cite this article:

Zuhaera, A., Suharno dan Mulyatno, B.S. 2019. Inversi Mikrotremor untuk *Profiling* Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ ) dan Mikoronasasi Kabupaten Bandung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 5 (2) p.3-14.

## 1. PENDAHULUAN

Bencana alam merupakan suatu rangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam, bersifat mengganggu dan mengancam keberlangsungan hidup manusia. Salah satu bencana alam yang sering kita dengar

adalah gempa bumi. Gempa bumi merupakan getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan suatu energi dari dalam secara tiba-tiba. Gempa bumi disebabkan oleh pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang terus bergerak.

Indonesia merupakan salah satu negara yang sering mengalami bencana alam gempabumi. Hal tersebut dikarenakan Indonesia berada di daerah pertemuan 3 lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan lempeng Pasific.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan akibat gempabumi, dapat dilakukan suatu metode HVSR. Dari metode HVSR tersebut akan mendapatkan nilai  $V_{S30}$  yang kemudian dikelaskan ke dalam standar NHERP untuk mengetahui kelas tanah pada daerah tersebut seperti pada penelitian (Athanasius dan Solikhin, 2015).

Seperti pada penelitian (Netrisa dkk, 2018) besar nilai  $V_{S30}$  tergantung pada parameter jenis tanah dan didasarkan untuk penentuan kelas tanah. Analisis kecepatan gelombang geser dapat mengetahui potensi kerusakan apabila gempabumi terjadi.

Salah satu wilayah yang berpotensi terjadi gempabumi adalah Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Hal tersebut disebabkan adanya patahan atau sesar lembang di utara Kota Bandung. Patahan tersebut muncul akibat adanya aktifitas tektonik. Berdasarkan keadaan geologis tersebut, maka dilakukanlah penelitian ini untuk meminimalisir efek yang ditimbulkan oleh gempabumi tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini dilakukan di daerah Bandung yang merupakan ibukota dari provinsi Jawa Barat. Secara geografis, Bandung terletak pada koordinat  $107^{\circ}14'$  -  $107^{\circ}56'$  BT dan  $6^{\circ}49'$  -  $7^{\circ}18'$  LS. Kabupaten Bandung termasuk wilayah dataran tinggi dengan kemiringan lereng antara 0-8%, 8-15%, hingga di atas 45%. Sebagian besar wilayah Kabupaten Bandung berada diantara bukit-bukit dan gunung-gunung.

Kabupaten Bandung terletak pada ketinggian  $\pm 768$ m di atas permukaan rata-rata mean sea level. Dengan daerah utara pada umumnya lebih tinggi daripada di

bagian selatan. ketinggian di sebelah utara adalah  $\pm 1050$  msl, sedangkan di bagian selatan adalah  $\pm 675$  msl.

### 2.1 Fisiografi Daerah Penelitian

Secara umum daerah Jawa Barat dibagi menjadi tiga wilayah, yaitu wilayah utara, tengah, dan selatan. wilayah selatan merupakan dataran tinggi dan pantai, wilayah tengah merupakan wilayah pegunungan, sedangkan wilayah utara merupakan dataran rendah.

Dan secara fisiografi Jawa Barat dibagi menjadi empat zona berarah barat-timur yaitu Zona Dataran Pantai Jakarta, Zona Bogor, Zona Bandung, dan Zona Pegunungan Selatan Jawa Barat (van Bemmelen, 1949).

## 3. TEORI DASAR

### 3.1 Mikrotremor

Mikrotremor merupakan getaran tanah yang ditimbulkan oleh peristiwa alam ataupun buatan, misal angin, gelombang laut, atau getaran kendaraan, yang dapat menggambarkan kondisi geologi dekat permukaan. Mikrotremor mempunyai frekuensi lebih tinggi dari frekuensi gempa bumi, periodenya kurang dari 0,1 detik yang secara umum antara 0,05-2 detik dan untuk mikrotremor periode panjang bisa 5 detik, sedang amplitudanya berkisar 0,1-2,0 mikron (Tokimatsu, 1995).

### 3.2 Metode HVSR

Metode HVSR merupakan metode membandingkan spektrum komponen horizontal terhadap komponen vertikal dari gelombang mikrotremor. Mikrotremor terdiri dari ragam dasar gelombang *Rayleigh*, periode puncak perbandingan *H/V* mikrotremor memberikan dasar dari periode gelombang S (*S-wave*). Perbandingan *H/V* pada mikrotremor merupakan perbandingan dua komponen yang secara teoritis menghasilkan suatu nilai. Metode HVSR digunakan untuk menentukan nilai amplifikasi dan nilai

periode dominan suatu lokasi yang dapat diperkirakan dari periode puncak perbandingan  $H/V$  mikrotremor (Nakamura, 2000).

Nakamura (1989) mengidentifikasi bahwa jika diasumsikan gelombang geser dominan pada mikrotremor, maka rasio spektrum horisontal terhadap vertikal ( $HVSR$ ) pada data mikrotremor suatu tempat sama dengan fungsi transfer gelombang geser yang bergetar antara permukaan dan batuan dasar di suatu tempat.

### 3.3 Frekuensi Dominan

Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang kerap muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah tersebut sehingga nilai frekuensi dapat menunjukkan jenis dan karakteristik batuan tersebut. Lachet dan Brad (1994) melakukan uji simulasi dengan menggunakan 6 model struktur geologi sederhana dengan kombinasi variasi kontras kecepatan gelombang geser dan ketebalan lapisan sedimen. Hasil simulasi menunjukkan nilai puncak frekuensi berubah terhadap variasi kondisi geologi.

Dari nilai frekuensi dominan yang terukur dipermukaan, dapat diketahui karakteristik batuan di bawahnya, hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 tentang klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan oleh Kanai (1998).

### 3.4 Kecepatan Gelombang Geser ( $V_{s30}$ )

Kemiringan lereng (*slope*) dapat mengindikasikan ketebalan lapisan sedimen. Material hasil pelapukan akan diendapkan lebih tebal pada bagian yang mempunyai kemiringan lereng lebih kecil. Material sedimen di lereng akan jauh lebih tipis dibandingkan dengan endapan sedimen dalam suatu cekungan. Oleh sebab itu, pada elevasi yang tinggi dan kemiringan lereng yang curam, nilai  $V_{s30}$  relatif lebih kecil karena pada daerah tersebut didominasi batuan yang keras. Hasil perhitungan  $V_{s30}$  kemudian dikelaskan ke dalam standar NHERP untuk mengetahui kelas tanah pada

daerah tersebut (Athanasius dan Solikhin, 2015).

Analisis kecepatan gelombang geser dapat mengetahui potensi kerusakan apabila terjadi gempa bumi. Hal ini disebabkan karena dampak kerusakan suatu tempat gempa bumi tidak hanya berdasarkan jarak episenter dan besar kekuatan gempa, tetapi juga kondisi lokal daerah setempat. Salah satu metode yang dapat menggambarkan kondisi lokal daerah setempat adalah pemetaan nilai kecepatan gelombang geser ( $V_{s30}$ ). Guncangan lebih kuat terjadi pada daerah dengan nilai  $V_{s30}$  yang rendah (Susilanto dan Ngadmanto, 2015).

### 3.4 Amplifikasi

Amplifikasi merupakan perbesaran gelombang seismik yang terjadi akibat adanya perbedaan yang signifikan antar lapisan, dengan kata lain gelombang seismik akan mengalami perbesaran, jika merambat pada suatu medium ke medium lain yang lebih lunak dibandingkan dengan medium awal yang dilaluinya. Semakin besar perbedaan itu, maka perbesaran yang dialami gelombang tersebut akan semakin besar. Pada batuan yang sama, nilai amplifikasi dapat bervariasi sesuai dengan tingkat deformasi dan pelapukan pada tubuh batuan tersebut (Marjiyono, 2010).

Nilai faktor penguatan (amplifikasi) tanah berkaitan dengan perbandingan kontras impedansi lapisan permukaan dengan lapisan di bawahnya. Bila perbandingan kontras impedansi kedua lapisan tersebut tinggi maka nilai faktor penguatan juga tinggi, begitu pula sebaliknya (Nakamura, 2000).

## 4. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) pada tahun 2016 yang diolah menggunakan *software* geopsy untuk mendapatkan frekuensi dominan dan *software* HV explorer untuk melakukan inversi. Pada

penelitian ini hal yang pertama dilakukan adalah mengolah data menggunakan software geopsy untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan yang kemudian nilai frekuensi dominan tersebut digunakan untuk menganalisa nilai periode dominan,  $V_{S30}$ , dan amplifikasi.

Secara rinci, metodologi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Analisis Persebaran Nilai Frekuensi Dominan

Berdasarkan hasil pengukuran pada **Gambar 2**, di Kabupaten Bandung, daerah ini memiliki nilai frekuensi dominan 4 jenis. Namun sebagian besar wilayah ini memiliki nilai frekuensi dominan  $< 2,5$  Hz yang artinya memiliki ketebalan lapisan sedimen yang sangat tebal yaitu  $> 30$  m. Berdasarkan tabel klasifikasi tanah oleh Kanai pada Tabel 1. Daerah ini memiliki batuan aluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, *top soil*, dan lumpur

Daerah yang memiliki nilai frekuensi ini ditunjukkan dengan warna biru tua adalah Kecamatan Ciparay, Kecamatan Majalaya, Kecamatan Bojongsoang, Kecamatan Cikandung, Kecamatan Paseh, sebagian besar Kecamatan Rancaekek, sebagian besar Kecamatan Bale Endah, dan sebagian besar Kecamatan Arjasari.

### 5.2 Analisis Persebaran Nilai Periode Dominan

Periode dominan dapat menunjukkan karakteristik material penyusun lapisan tanah, serta memiliki kaitan erat dengan kedalaman lapisan sedimen. Periode dominan yang tinggi dapat mengindikasikan adanya lapisan sedimen lunak yang tebal, periode dominan yang rendah mengindikasikan adanya lapisan sedimen lunak yang tipis. Periode dominan berbanding lurus dengan penguatan gelombang, sehingga daerah dengan periode dominan tinggi umumnya memiliki

kerentanan untuk mengalami kerusakan yang tinggi ketika terjadi gempa bumi.

Kabupaten Bandung yang memiliki nilai periode dominan tinggi ditandai dengan warna merah pada **Gambar 3** berada di Kecamatan Pameungpeuk, Kecamatan Bale Endah, Kecamatan Bojongsoang, Kecamatan Ciparay, Kecamatan Majalaya, Kecamatan Rancaekek, Kecamatan Cikandung, Kecamatan Paseh, dan Kecamatan Cileunyi. Untuk daerah lainnya memiliki nilai antara  $0,1$  s –  $0,4$  s.

### 5.3 Analisis Persebaran Nilai $V_{S30}$

Nilai  $V_{S30}$  akan selalu berbanding lurus dengan nilai frekuensi dominan dan ketebalan sedimen. Dari penelitian ini menggunakan asumsi bahwa ketebalan lapisan adalah 30 m. Berdasarkan **Gambar 4**, dapat diketahui bahwa nilai  $V_{S30} > 804$  Hz terdapat pada Kecamatan Dayeuh Kolot dan serbagian kecil Kecamatan Marga Asih dan Margahayu. Berdasarkan Tabel 1. Daerah ini memiliki lapisan batuan yang keras.

Untuk nilai  $V_{S30}$  480 – 804 Hz terdapat di Kecamatan Marga Asih, Kecamatan Margahayu, Kecamatan Cilengkrang, sebagian Kecamatan Cimencyan dan sebagian kecil Kecamatan Soreang. Berdasarkan Tabel 1. Daerah ini memiliki endapan *sand* atau *clay* yang padat, *gravel*, pada ketebalan puluhan meter yang ditandai dengan peningkatan sifat mekanik terhadap kedalaman.

Untuk nilai  $V_{S30}$  300 – 480 Hz terdapat di sebagian besar Kecamatan Soreang, Kecamatan Pameungpeuk, sebagian besar Kecamatan Banjaran, sebagian Kecamatan Arjasari, sebagian besar Kecamatan Rancaekek dan sebagian besar Kecamatan Majalaya. Berdasarkan Tabel 1. Lapisan ini memiliki tanah yang keras dan batuan lunak serta memiliki *clay* padat dengan ketebalan puluhan meter.

Nilai  $V_{S30} < 300$  Hz terdapat di Kecamatan Ciparay, Kecamatan Majalaya, Kecamatan Bojongsoang, Kecamatan Cikandung, Kecamatan Paseh, sebagian besar Kecamatan Rancaekek, sebagian

besar Kecamatan Bale Endah, dan sebagian besar Kecamatan Arjasari berdasarkan Tabel 1. Daerah ini memiliki sand padat atau setengah padat yang tebal, *gravel* atau *clay* padat dengan ketebalan puluhan hingga ratusan meter.

#### 5.4 Analisis Persebaran Nilai Amplifikasi

Berdasarkan peta sebaran pada **Gambar 5**. Dapat diketahui bahwa sebagian besar Kabupaten Bandung memiliki nilai amplifikasi yang rendah. Nilai amplifikasi yang besar terdapat pada daerah yang memiliki nilai  $V_{S30} < 300$  Hz memiliki nilai 3 – 6 kali yaitu pada Kecamatan Bojongsoang, sebagian Kecamatan Rancaekek, Kecamatan Ciparay, dan sebagian Kecamatan Cikandung.

Untuk nilai  $V_{S30}$  di atas 300 Hz memiliki nilai amplifikasi yang lebih kecil yaitu 0 – 3 kali. Daerah tersebut adalah Kecamatan Margoasih, Kecamatan So-reang, Kecamatan Margahayu, Kecamatan Katapang, Kecamatan Pameungpeuk, Kecamatan Dayeuhkolot, Kecamatan Banjaran, Kecamatan Arjasari, Kecamatan Ciparay, Kecamatan Majalaya, Kecamatan Cileunyi, Kecamatan Rancaekek, Kecamatan Paseh, dan Kecamatan Cikandung. Dengan demikian dapat diartikan bahwa Kabupaten Bandung memiliki dampak kerusakan yang kecil terhadap gempabumi.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persebaran nilai frekuensi dominan di Kabupaten Bandung memiliki nilai ( $0,705 \leq f_0 \leq 9,932$  Hz) yang mengindikasikan bahwa sebagian besar Kabupaten Bandung memiliki ketebalan sedimen 10 – 30 m, dan sebagian lainnya memiliki batuan keras.
2. Periode dominan di Kabupaten Bandung didominasi dengan nilai <

0,57s yang memiliki lapisan sedimen yang lunak.

3. Nilai  $V_{S30}$  di Kabupaten Bandung di dominasi dengan nilai ( $72,475 \leq V_{S30} \leq 696,627$  Hz) yang mengindikasikan bahwa lapisan di Kabupaten Bandung memiliki tanah yang keras dan batuan lunak serta memiliki *clay* padat dengan ketebalan puluhan meter.
4. Nilai amplifikasi di Kabupaten Bandung memiliki nilai ( $0,557 \leq A_0 \leq 5,307$  kali) yang dapat dikategorikan bahwa Kabupaten Bandung memiliki dampak kerusakan yang kecil terhadap gempabumi.

### 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian tersebut adalah:

1. Diperlukan data sampel *coring* untuk memvalidasi ketebalan sedimen hasil inversi HVSR.
2. Diperlukan penelitian lanjutan menggunakan metode MASW (*Multi Chanel Surface Wave Method*) atau Seismik Refraksi untuk membuktikan ketebalan sedimen yang sebenarnya.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT, yang telah memberikan hidayah dan petunjuknya sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan. Dan tak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ayah dan Ibu atas dukungan dan motivasinya serta naasehat baik yang telah diberikan kepada penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

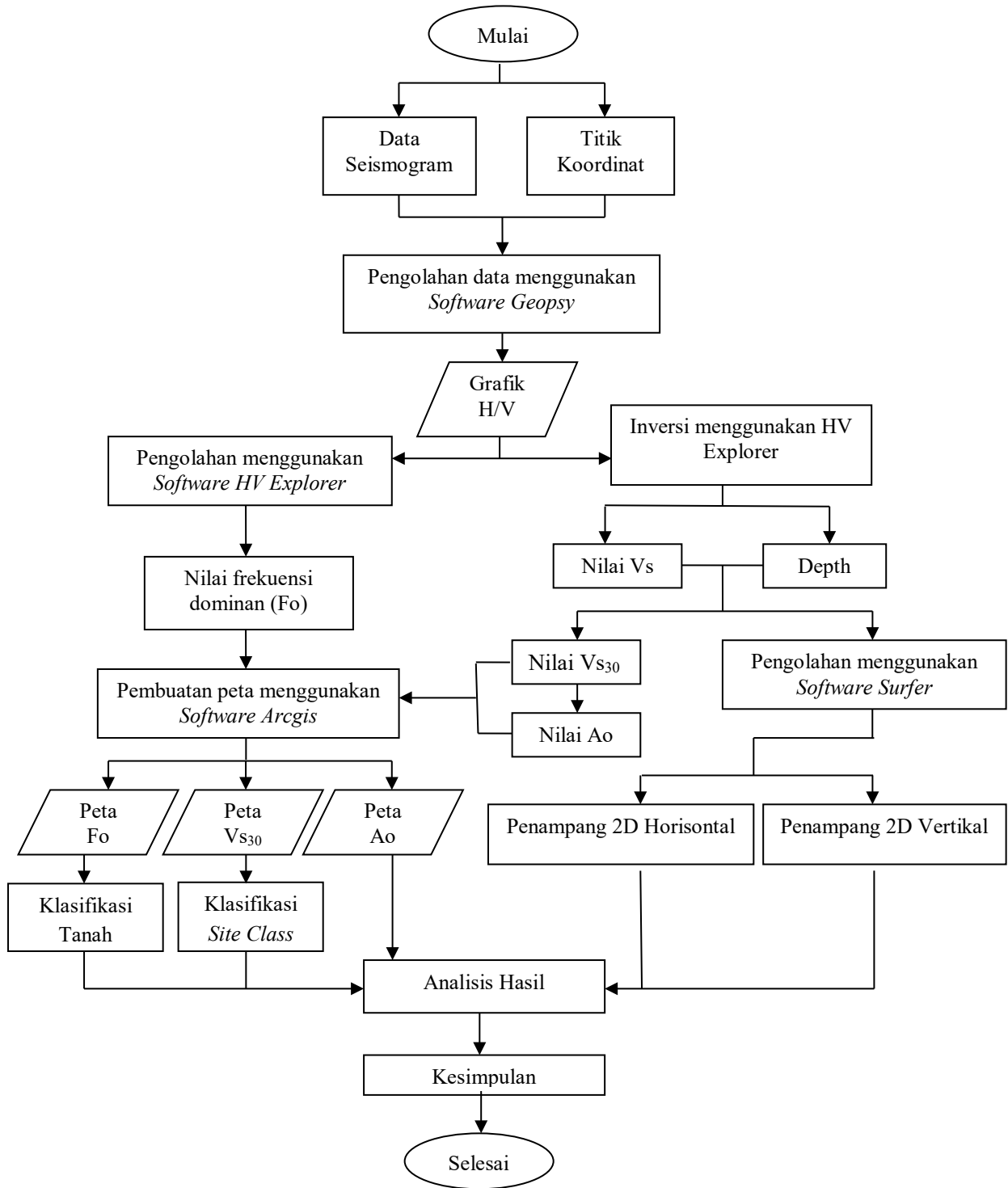
- Athanasius, C., dan Solikhin, A., 2015, *Pendugaan Kecepatan Gelombang Permukaan (VS30) di Pulau Sulawesi Berdasarkan Klasifikasi Geomorfologi dan Aplikasinya*, Bandung: PVMBG.

- Kanai, K., 1998. *Seismology in Engineering*, Japan: Tokyo University.
- Lachet, C., dan Brad, P.Y., 1994, Numerical and Theoretical Investigations on The Possibilities and Limitations of Nakamura's Technique, *J. Phys Earth*, Vol. 42, pp. 377-397.
- Marjiyono, 2010, *Estimasi Karakteristik Dinamika Tanah Dari Data Mikrotremor Wilayah Bandung*, Bandung: Thesis ITB.
- Nakamura, Y., 1989, *A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface*, Tokyo: Quatrely Reports of the Railway Technical Research Institute.
- Nakamura. Y., 2000, *Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application*, Japan: Tokyo University.
- Netrisa, Z., Syafriani., Triyono, R., dan Arifin, H., 2018, Pemetaan Bahaya Gempabumi Deterministik Dengan Pendekatan PGA Di Kota Padang. *Pillar of Physics*, Vol.11 No. 2, pp. 41-48.
- Susilanto, P., dan Ngadmanto, D., 2015, Analisis Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ ) di Cilacap, Jawa Tengah sebagai Upaya Mitigasi Gempabumi, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika (JMG)* Vol 16 No 1, pp. 57-64.
- Tokimatsu, K., 1995, *Geotechnical Site Characterization Using Surface Waves*, Japan: Geotechnical Engineering.
- van Bemmelen, R. W., 1949, *The Geology of Indonesia, I.A*: Government Printing Office.

## LAMPIRAN

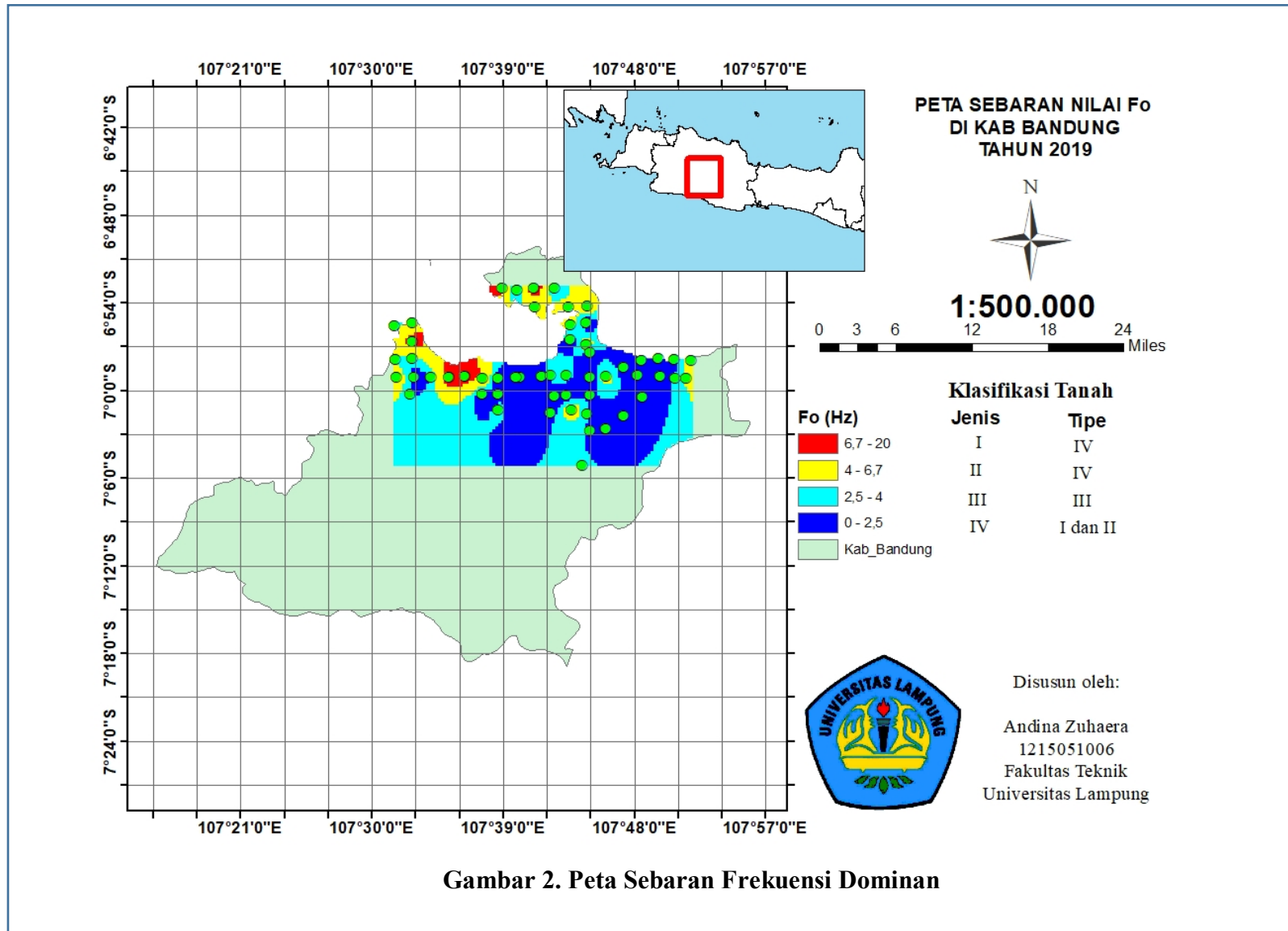
**Tabel 1.** Klasifikasi Batuan berdasarkan nilai frekuensi dominan oleh Kanai (1998)

Klasifikasi Tanah		Frekuensi Dominan (Hz)	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
Tipe	Jenis			
Tipe IV	Jenis I	6,667 - 20	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>Hardy Sandy, gravel</i> , dll	Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras
	Jenis II	4 - 10	Batuan alluvial, dengan ketebalan 5m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll	Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5 - 10 m
Tipe III	Jenis III	2,5 - 4	Batuan alluvial, dengan ketebalan > 5m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll	Kategori sedimen permukaan masuk dalam kategori tebal, sekitar 10 - 30 m
Tipe II	Jenis IV	< 2,5	Batuan alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, <i>top soil</i> , lumpul, dll. Dengan kedalaman 30 m atau lebih	Ketebalan sedimen permukaannya sangatlah tebal
Tipe I				

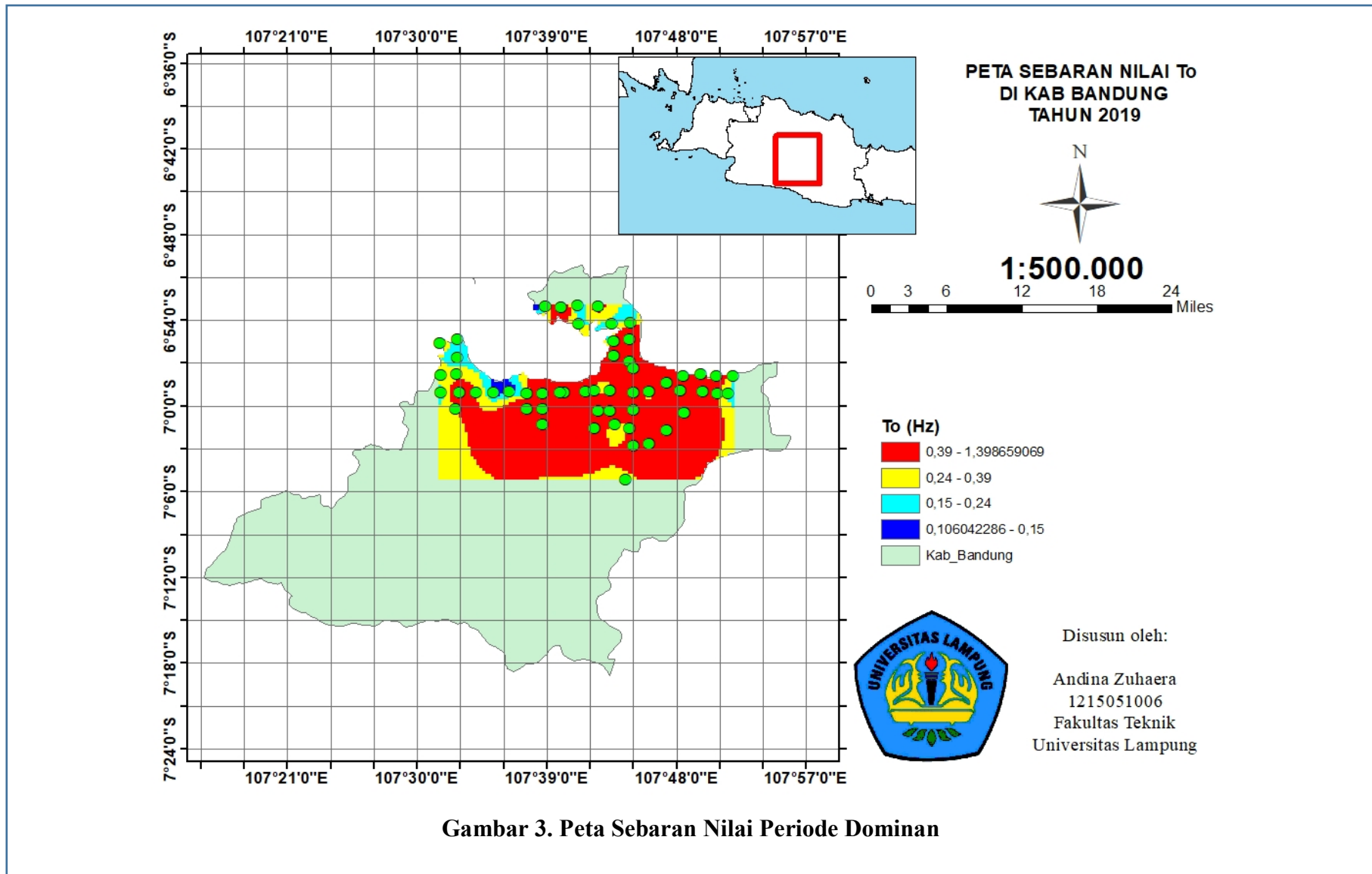


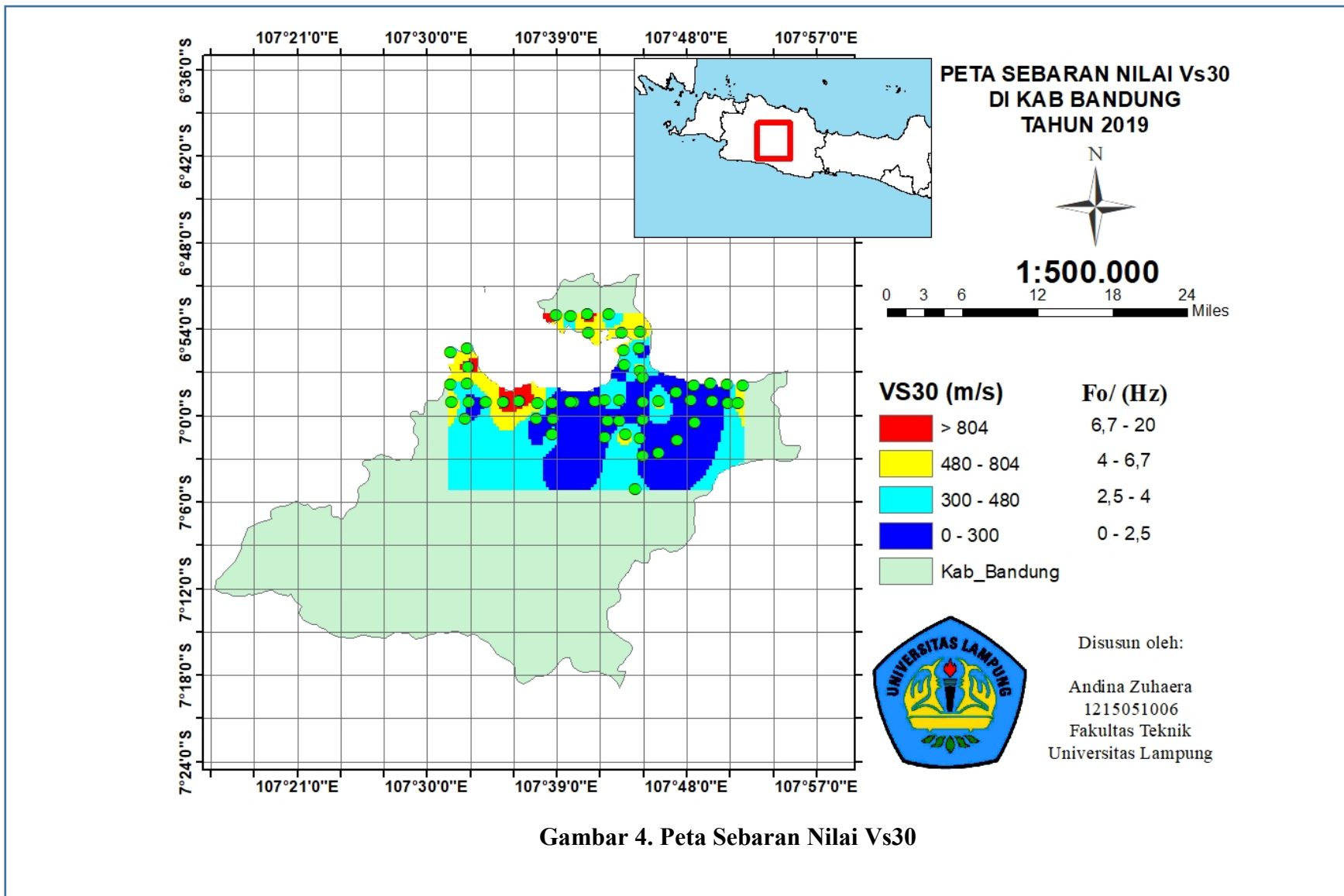
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



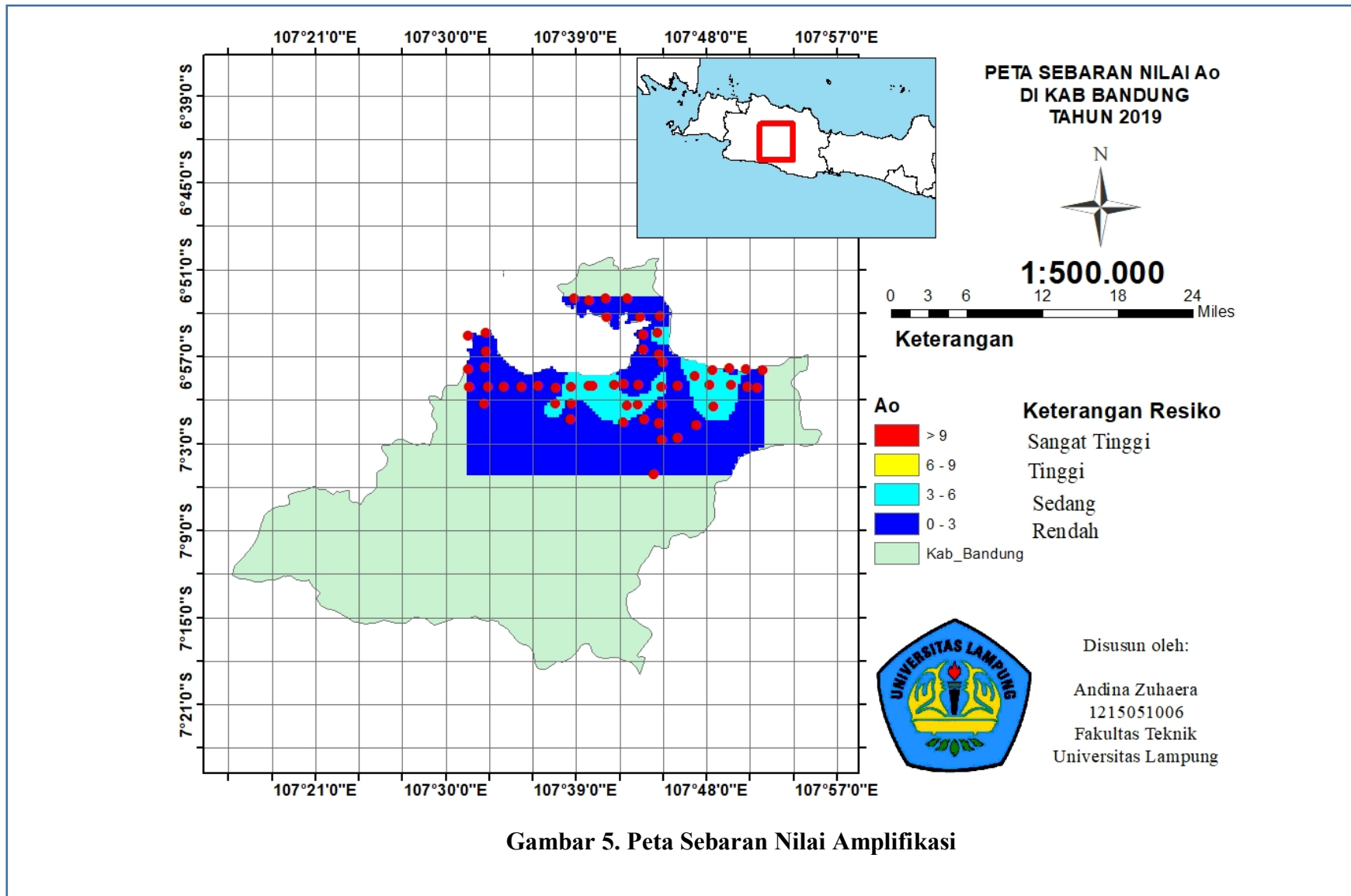


Gambar 2. Peta Sebaran Frekuensi Dominan





Gambar 4. Peta Sebaran Nilai Vs30



Gambar 5. Peta Sebaran Nilai Amplifikasi