

# PENENTUAN ZONA RAWAN GUNCANGAN BENCANA GEMPA BUMI BERDASARKAN ANALISIS NILAI AMPLIFIKASI HVSR MIKROTREMOR DAN ANALISIS PERIODE DOMINAN DAERAH LIWA DAN SEKITARNYA

<sup>1</sup>Satria Subkhi Arifin, <sup>1</sup>Bagus Sapto Mulyatno, <sup>2</sup>Marjiyono, <sup>2</sup>Roby Setianegara

<sup>1</sup>University of Lampung <sup>2</sup>Geological Survey Center of Bandung Email : satriasubkhiarifin@gmail.com

## ABSTRACT

Microtremor is a natural harmonic ground vibration that occurs continuously with low amplitude about 0.1 to 1 micron by subsurface movements. Microtremor characteristics reflect the characteristics and types of rocks based on the value of the dominant period and useful for analyzing of rocks response in strengthening (amplification) waves vibration based on the impedance difference between basement and sedimentary rocks above it.

Based on seismicity historical, Liwa had been hit greatly by an earthquake twice on June 24<sup>th</sup>, 1933 with magnitude 7.3 skalarichter and 7.0 skalarichter on February 15<sup>th</sup>, 1994, and the degree of damage and the number of victims increases. It underlies the research of microtremor in Liwa on April 15, 2013 to May 4, 2013 that limits in providing information that used for the planology development to decrease the earthquake impact.

The Data result of microtremor research were the value of the horizontal to vertical spectral ratio ( $H/V$ ), the dominant frequency and dominant period. From the analyzing that had been done, it determined that the research area was in area within the value of amplification factor (amplification) was more than 5 and the value of the dominant period was more than 0.5 seconds. Lithology of research area was on alluvial rocks. The interaction of faults made it deformed well and cause the research area was very vulnerable when hit by earthquakes.

**Keywords:** Microtremor, microzonation, amplification

## ABSTRAK

Mikrotremor merupakan getaran harmonik alami tanah yang terjadi secara terus menerus dengan amplitudo rendah sekitar 0,1 – 1 mikron yang dihasilkan oleh adanya gerakan bawah permukaan. Karakteristik mikrotremor mencerminkan karakteristik dan jenis batuan berdasarkan nilai periode dominannya dan berguna dalam menganalisis respon batuan dalam memperkuat (amplifikasi) getaran didasarkan oleh perbedaan impedansi basement dengan batuan sedimen di atasnya.

Berdasarkan sejarah kegempaan, daerah Liwa pernah dilanda dua kali gempa dengan magnitudo yang cukup tinggi, yaitu 7,3 skalarichter pada 24 Juni 1933 dan 7,0 skalarichter pada 15 Februari 1994 dengan tingkat kerusakan dan jumlah korban yang bertambah. Hal tersebut mendasari dilakukannya penelitian mikrotremor pada 15 April 2013 sampai dengan 4 Mei 2013 yang terbatas pada penyediaan informasi yang dapat digunakan dalam upaya pembangunan maupun pengembangan tata ruang demi mengurangi dampak resiko gempabumi.

Data yang diperoleh berupa nilai perbandingan spektral horizontal terhadap vertikal ( $H/V$ ), frekuensi dominan dan periode dominan. Dari hasil analisis yang telah dilakukan diketahui bahwa wilayah penelitian berada pada area dengan nilai faktor penguatan (amplifikasi) >5 dan nilai periode dominan >0,5 detik. Kondisi litologi Kota Liwa yang berupa alluvial yang terombak secara baik akibat interaksi sesar – sesar, membuat wilayah-wilayah tersebut sangat rentan bila diguncang gempabumi.

**Kata Kunci :** Mikrotremor, mikrozonasi, amplifikasi.

Wilayah Kota Liwa terletak pada punggung busur belakang (*back arc*) dari rangkaian pegunungan Bukit Barisan yang terbentuk akibat adanya aktivitas subduksi

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

lempeng tektonik aktif Samudera Hindia-Australia terhadap lempeng Eurasia di sebelah Barat. Selain dipengaruhi secara aktif oleh gerak tektonika pada lajur tunjaman, wilayah ini dipengaruhi juga oleh gerak patahan aktif Sumatera yang membentang dari Provinsi Aceh

hingga Provinsi Lampung. Kondisi ini menyebabkan wilayah ini kerap dilanda gempa bumi.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah,

- a) Menentukan nilai amplifikasi mikrotremor wilayah Kota Liwa dan sekitarnya.
- b) Menentukan nilai periode dominan wilayah Kota Liwa dan sekitarnya.
- c) Menentukan zona rawan bencana gempa bumi di wilayah penelitian.

## 1.2 Batasan Masalah

Adapun penelitian ini terbatas pada penyediaan informasi berupa peta zonasi periode dominan yang dikaitkan dengan nilai amplifikasi wilayah penelitian dan data sebaran ketebalan sedimen permukaan yang dapat digunakan sebagai langkah awal dalam pembangunan tataruang maupun untuk mengurangi resiko bencana gempa bumi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Geologi Regional Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian mikrotremor berada pada  $4^{\circ} 57' 21''$  sampai  $5^{\circ} 4' 18,2''$  LS dan  $104^{\circ} 00' 51,4''$  sampai  $104^{\circ} 08' 47''$  BT. Lokasi pengambilan data mikrotremor berada pada lokasi yang memiliki morfologi yang beragam didominasi oleh daerah perbukitan dan

pegunungan, mulai dari ketinggian 750 – 920 meter di atas permukaan laut (Gambar 1).

Daerah penelitian memiliki kondisi geologi yang kompleks. Wilayah Barat laut disusun oleh breksi gunungapi, lava dan *tuff* dari formasi Hulusimpang (Tomh) dan formasi Bal (Tmba) serta breksi gunungapi – lava – *tuff* dari Gunung Seminung (Qhv(sm)).

Wilayah Barat litologi berupa lava – *tuff* – breksi gunungapi dari Gunung Tababajau (Qv(tb)).

Di sebelah Baratdaya tersusun atas lava – *tuff* – breksi dari Gunung Limau (Qv(lk)).

Bagian Selatan tersusun oleh batuan *tuff* – lava – breksi gunungapi yang bersumber dari Gunung Liwa (Qv(lw)) dan Gunung Sermaun (Qv(sr)).

Pada bagian Tenggara litologi masih tersusun oleh lava – *tuff* – breksi dari Gunung Sermaun (Qv(sr)) yang berasosiasi dengan batuan breksi gunungapi – lava – *tuff* Gunung Sekincau (Qhv(si)).

Batuan breksi gunungapi – lava – *tuff* Gunung Giham (Qhv(gh)) dan breksi – *tuff* dan batu lempung Gunung Ranau (Qtr(r)) mendominasi litologi bagian Timur.

Di bagian Utara litologi tersusun atas batuan breksi gunungapi – lava – *tuff* Gunung Pasagi (Qhv(ps)) dan Gunung Kukusan (Qhv(kk)) serta sedikit kenampakan endapan kipas gunungapi (Vf), serta dominasi breksi – *tuff* dan batu lempung (Qtr(r)) (Gambar 1).

### III. TEORI DASAR

#### 3.1 Mikrotremor

Mikrotremor merupakan getaran tanah yang sangat kecil dan terus menerus yang bersumber dari berbagai macam getaran seperti, lalu lintas, angin, aktivitas manusia dan lain-lain (Kanai, 1983). Mikrotremor dapat juga diartikan sebagai getaran harmonik alami tanah yang terjadi secara terus menerus, terjebak dilapisan sedimen permukaan, terpantulkan oleh adanya bidang batas lapisan dengan frekuensi yang tetap, disebabkan oleh getaran mikro di bawah permukaan tanah dan kegiatan alam lainnya. Penelitian mikrotremor dapat mengetahui karakteristik lapisan tanah berdasarkan parameter periode dominannya dan faktor penguatan gelombangnya (amplifikasi).

Dalam kajian teknik kegempaan, litologi yang lebih lunak mempunyai resiko yang lebih tinggi bila digoncang gelombang gempabumi, karena akan mengalami penguatan (amplifikasi) gelombang yang lebih besar dibandingkan dengan batuan yang lebih kompak.

#### 3.2 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.

Nakamura (2000) menyatakan bahwa 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. Marjiyono (2010) menyatakan bahwa, amplifikasi berbanding lurus dengan nilai perbandingan spektral horizontal dan vertikalnya ( $H/V$ ). Nilai amplifikasi bisa bertambah, jika batuan telah mengalami deformasi (pelapukan, pelipatan atau pesesaran) yang mengubah sifat fisik batuan. Pada batuan yang sama, nilai amplifikasi dapat bervariasi sesuai dengan tingkat deformasi dan pelapukan pada tubuh batuan tersebut.

Berdasarkan pengertian tersebut, maka amplifikasi dapat dituliskan pada persamaan 1 sebagai suatu fungsi perbandingan nilai kontras impedansi, yaitu

$$A_o = \{(\rho_b \cdot v_b)/(\rho_s \cdot v_s)\} \dots \dots \dots (1)$$

$\rho_b$  = densitas batuan dasar (gr/ml).

$v_b$  = kecepatan rambat gelombang di batuan dasar (m/dt).

$v_s$  = kecepatan rambat gelombang di batuan lunak (m/dt).

$\rho_s$  = rapat massa dari batuan lunak (gr/ml).

### 3.3 Mikrozonasi

komponen horizontal dengan komponen vertikal

Mikrozonasi mikrotremor adalah suatu proses pembagian area berdasarkan parameter tertentu memiliki karakteristik yang dipertimbangkan antara lain adalah getaran tanah, faktor penguatan (amplifikasi) dan periode dominan. Secara umum, mikrozonasi mikrotremor dapat dikatakan sebagai proses untuk memperkirakan respon dan tingkah laku dari lapisan tanah atau sedimen terhadap adanya gempabumi. Dalam mikrozonasi mikrotremor terdapat beberapa metode yang kerap digunakan, antara lain :

#### 3.3.1 Analisis *HVSR (Horizontal – Vertical Spectral Ratio)*

Metode *HVSR* merupakan metode membandingkan spektrum komponen horizontal terhadap komponen vertikal dari gelombang mikrotremor. Mikrotremor terdiri dari ragam dasar gelombang *Rayleigh*, diduga bahwa periode puncak perbandingan *H/V* mikrotremor memberikan dasar dari periode gelombang S.

Perbandingan *H/V* pada mikrotremor adalah perbandingan kedua komponen yang secara teoritis menghasilkan suatu nilai. Periode dominan suatu lokasi secara dasar dapat diperkirakan dari periode puncak perbandingan *H/V* mikrotremor.

Pada tahun 1989, Nakamura mencoba memisahkan efek sumber gelombang dengan efek geologi dengan cara menormalisir spektrum

pada titik ukur yang sama. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rekaman pada stasiun yang berada pada batuan keras, nilai maksimum rasio spektrum komponen horizontal terhadap vertikal mendekati nilai 1.

Sedangkan pada stasiun yang berada pada batuan lunak, rasio nilai maksimumnya mengalami perbesaran (amplifikasi), yaitu lebih besar dari 1. Berdasarkan kondisi tersebut maka, Nakamura merumuskan sebuah fungsi transfer *HVSR* (*horizontal to vertical spectrum ratio*) mikrotremor, dimana efek penguatan gelombang pada komponen horizontal dapat dinyatakan oleh persamaan 2 berikut :

$$S_E(\omega) = H_S(\omega) / H_B(\omega) \dots \dots \dots (2)$$

$H_S(\omega)$  = spektrum mikrotremor komponen horizontal di permukaan.

$H_B(\omega)$  = spektrum mikrotremor komponen horizontal di batuan dasar.

Penguatan gelombang pada komponen vertikal dapat dinyatakan sebagai rasio spektrum komponen vertikal di permukaan dan di batuan dasar (persamaan 3), yaitu,

$$A_S(\omega) = V_S(\omega) / V_B(\omega) \dots \dots \dots (3)$$

$V_S(\omega)$  = spektrum mikrotremor komponen vertikal di permukaan.

$V_B(\omega)$  = spektrum mikrotremor komponen vertikal di batuan dasar.

Untuk mereduksi efek sumber,

maka spektrum penguatan horizontal  $S_E(\omega)$  dilakukan

normalisasi terhadap spektrum sumber  $A_S(w)$  (persamaan 4) yaitu,

$$S_M(w) = S_E(w) / A_S(w) = [H_S(w) / V_S(w)] / [H_B(w) / V_B(w)] \dots (4)$$

Dimana,  $S_M(w)$  adalah fungsi transfer untuk lapisan *soil*.

Jika,  $H_B(w) / V_B(w) = 1$

Maka,

$$S_M(w) = H_S(w) / V_S(w) \dots (5)$$

Dalam pengamatan di lapangan ada dua komponen horizontal yang diukur yaitu komponen utara-selatan dan komponen barat-timur, sehingga persamaan 5 berubah menjadi,

$$S_M(w) = [(H_{SN}(w)^2 + H_{WE}(w)^2)^{1/2}] / V_S \dots (6)$$

$H_{SN}(w)$  adalah spektrum mikrotremor komponen horizontal utara-selatan.  $H_{WE}(w)$  adalah spektrum mikrotremor komponen barat-timur.

**3.3.2 Analisis 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 *soil*. Hasil

berubah terhadap variasi kondisi geologi (Tabel 1).

**Tabel 1. Tabel Kalisifikasi Tanah Berdasarkan Nilai Frekuensi Dominan Mikrotremor Oleh Kanai (Dikutip dari Buletin Meteorologi dan Geofisika No.4, 1998).**

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

**3.3.4 Analisis Periode Dominan**

Nilai periode dominan merupakan waktu yang dibutuhkan gelombang mikrotremor untuk merambat melewati lapisan endapan sedimen permukaan atau mengalami satu kali pemantulan terhadap bidang pantulnya ke permukaan. Nilai periode dominan juga mengindikasikan karakter lapisan batuan (Tabel 2) yang ada di suatu wilayah. Nilai periode dominan didapatkan berdasarkan perhitungan berikut,

$$T_0 = 1 / f_0 \dots (7)$$

Dimana,  $T_0$  = periode dominan. simulasi menunjukkan nilai puncak frekuensi

$f_0$  = frekuensi dominan.

**Tabel 2. Klasifikasi Tanah Kanai – Omote – Nakajima (Dikutip dari Buletin Meteorologi dan Geofisika No.4, 1998).**

3. Handy GPS

11) Matlab R2009a

Klasifikasi Tanah		Periode (T) second	Keterangan	Karakter
Kanai	Omote - Nakajima			
Jenis I	Jenis A	0,05 – 0,15	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>Hard sandy, gravel</i> , dll	Keras
Jenis II		0,10 –	Batuan alluvial, dengan ketebalan 5m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll.	Sedang
Jenis III	Jenis B	0,25 –	Batuan alluvial, hampir sama dengan jenis II, hanya dibedakan oleh adanya formasi <i>bluff</i> .	Lunak
Jenis IV	Jenis C	Lebih dari	Batuan alluvial, yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur, dll. Dengan kedalaman 30m atau lebih.	Sangat Lunak

#### IV. METODOLIGI PENELITIAN

##### 4.1 Alat dan Bahan Penelitian Mikrotremor

Dengan seismograph khusus, maka mikrotremor dapat diteliti dan dimanfaatkan dalam upaya menentukan karakter tanah dan struktur sehingga hasilnya dapat digunakan dalam menekan resiko jika terjadi gempa. Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian mikrotremor adalah sebagai berikut :

1. Datamark SARA
2. Seismometer
3. 9) Microsoft Excel 2007
4. 10) Geophysy.org
5. 0,2 Hz 3 komponen



kerawanan gempabumi. Sistem informasi ini terdiri dari peta tingkat kerawanan gempabumi yang dilengkapi dengan peta tematik parameter-parameter penyusunnya yaitu peta geologi, peta nilai periode dominan, peta percepatan tanah maksimum dan peta nilai faktor amplifikasi.

Tumpang-susun (*overlay*) dari peta-peta nilai periode dominan, nilai faktor amplifikasi, nilai PGA, zona sesar dan kelompok batuan.

Untuk menyederhanakan gambaran pola penguatan, maka dilakukan pengelompokan (zonasi) nilai faktor penguatan untuk wilayah Kota Liwa dan sekitarnya, yakni zona berpenguatan sangat rendah (2-3), zona berpenguatan rendah (3-4), zona berpenguatan sedang (4-5), zona berpenguatan tinggi (5-6) dan zona berpenguatan sangat tinggi (>6). Untuk selanjutnya zonasi ini dianggap menunjukkan tingkat kerawanan relatif terhadap bahaya gempabumi (Gambar 2). Data mengenai wilayah penelitian dan nilai amplifikasinya dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Nilai Amplifikasi Kota Liwa dan Sekitarnya.**

Nama Pekon	Kecamatan	Zona Nilai Faktor Penguatan	Tingkat Kerentanan
Canggu	Kec. Batubrak	2 – 3	Sangat Rendah
Kutabesi	Kec. Batubrak	2 – 3	Sangat Rendah
Batubrak	Kec. Batubrak	2 – 3	Sangat Rendah
Taman Nasional Bukit Barisan Selatan	Kec. Bakikbukit	3 – 4	Rendah
Pagar Dewa	Kec. Sukau	3 – 4	Rendah
Jaga Raga	Kec. Sukau	3 – 4	Rendah
Tanjungraya	Kec. Sukau	3 – 4	Rendah
Gunung Kemala	Kec. Sukau	3 – 4	Rendah
Sukaraja	Kec. Belalau	3 – 4	Rendah

Bedudu	Kec. Belalau	3 – 4	Rendah
Kuwau	Kec. Batubrak	3 – 4	Rendah
Koboe Tengah	Kec. Batubrak	3 – 4	Rendah
Sukarame	Kec. Batubrak	3 – 4	Rendah
Kegeringan	Kec. Batubrak	3 – 4	Rendah
Negeriratu	Kec. Balikbukit	3 – 4	Rendah
Kenali I	Kec. Belalau	4 – 5	Sedang
Bumiagung	Kec. Belalau	4 – 5	Sedang
Kejadian	Kec. Belalau	4 – 5	Sedang
Batukebayan	Kec. Batubrak	4 – 5	Sedang
Giham Sukamaju	Kec. Batubrak	4 – 5	Sedang
Hanakau	Kec. Balikbukit	4 – 5	Sedang
Kota Liwa	Kec. Balikbukit	5 – 6	Tinggi
Kedondong	Kec. Balikbukit	5 – 6	Tinggi
Gunungsugih	Kec. Balikbukit	5 – 6	Tinggi
Wates	Kec. Balikbukit	5 – 6	Tinggi
Way Mengaku	Kec. Balikbukit	5 – 6	Tinggi
Way Empuleu Uleu	Kec. Balikbukit	5 – 6	Tinggi
Pekonbalak	Kec. Batubrak	5 – 6	Tinggi
Kembahang	Kec. Batubrak	5 – 6	Tinggi
Bakhu	Kec. Belalau	5 – 6	Tinggi
Kenali II	Kec. Belalau	6 >	Sangat Tinggi

Sedangkan nilai variasi frekuensi dominan wilayah Kota Liwa dan sekitarnya berada antara 0,5–10 Hz dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 3.

**Tabel 4. Nilai Frekuensi Dominan Kota Liwa dan Sekitarnya.**

Nama Pekon	Kecamatan	Zona Nilai Frekuensi Dominan (Hz)
Canggu	Kec. Batubrak	1,5 – 2,5
Kutabesi	Kec. Batubrak	0,5 – 1,5
Batubrak	Kec. Batubrak	0,5 – 1,5
Taman Nasional Bukit Barisan Selatan	Kec. Bakikbukit	4,5 >
Pagar Dewa	Kec. Sukau	2,5 – 3,5
Jaga Raga	Kec. Sukau	2,5 – 3,5
Tanjungraya	Kec. Sukau	3,5 – 4,5
Gunung Kemala	Kec. Sukau	4,5 >
Hanakau	Kec. Sukau	2,5 – 3,5
Sukaraja	Kec. Belalau	3,5 – 4,5
Kegeringan	Kec. Batubrak	1,5 – 2,5
Bumi Agung	Kec. Belalau	1,5 – 2,5
Kejadian	Kec. Belalau	0,5 – 1,5
Turgak	Kec. Belalau	4,5 >
Kuwau	Kec. Batubrak	1,5 – 2,5
Koboe Tengah	Kec. Batubrak	1,5 – 2,5
Negeriratu	Kec. Batubrak	2,5 – 3,5
Kenali I	Kec. Belalau	1,5 – 2,5
Batukebayan	Kec. Batubrak	0,5 – 1,5

---

Turgak	Kec. Belalau	3 – 4	Rendah
--------	--------------	-------	--------

Giham Sukamaju	Kec. Batubrak	0,5 – 1,5
Way Mengaku	Kec. Balikpapan	3,5 – 4,5
Hanakau	Kec. Balikpapan	2,5 – 3,5
Negarabatin	Kec. Balikpapan	4,5 >
Kota Liwa	Kec. Balikpapan	0,5 – 1,5
Kedondong	Kec. Balikpapan	0,5 – 1,5
Gunungsugih	Kec. Balikpapan	1,5 – 2,5
Wates	Kec. Balikpapan	2,5 – 3,5
Pekonbalak	Kec. Batubrak	2,5 – 3,5
Way Empuleu Uleu	Kec. Balikpapan	0,5 – 1,5
Kembahang	Kec. Batubrak	1,5 – 2,5
Bakhu	Kec. Belalau	1,5 – 2,5
Kenali II	Kec. Belalau	0,5 – 1,5

Sedangkan untuk memudahkan analisis nilai periode dominan wilayah penelitian, maka dibuatlah empat zona khusus wilayah Kota Liwa dan sekitarnya berdasarkan nilai periode yang masuk ke dalam klasifikasi Kanai dan deskripsi jenis batuan (Tabel 5 dan Gambar 4)

**Tabel 5. Klasifikasi Zona Periode Dominan Mikrotremor Wilayah Kota Liwa dan Sekitarnya.**

Zona	Periode (Ts)	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
IV	< 0,25	Jenis I (Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>Hard sandy, gravel</i> , dll)	Batuan Keras
		Jenis II (Batuan alluvial, dengan ketebalan 5m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll.)	
III	0,25 – 0,5	Jenis III (Batuan alluvial, hampir sama dengan jenis II, hanya dibedakan oleh adanya formasi <i>bluff</i> .)	Dilluvial
II	0,5 – 0,75	Jenis IV (Batuan alluvial, yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur, dll. Dengan kedalaman 30m atau lebih.)	Alluvial Segar
I	0,75 >		Alluvial Lunak

Kota Liwa berada pada zona I yang terlindungi oleh zona II dengan nilai periode dominan mulai dari 0,5 detik sampai lebih dari 0,75 detik dan memiliki nilai faktor penguatan 5–6 (Gambar 14). Jenis batuan permukaan di Kota Liwa berdasarkan klasifikasi nilai periode dominannya adalah alluvial dan adanya interaksi sesar–sesar di Kota Liwa membuat tingkat deformasi mengakibatkan batuan penyusun di Kota Liwa sangatlah lunak. Wilayah lainnya yang berada pada kondisi yang sama dengan Kota Liwa yaitu Kedondong (Kecamatan Balikpapan) dan Bumiagung (Kecamatan Belalau).

Wilayah yang berada pada zona periode dominan yang sama dengan Kota Liwa, namun nilai faktor penguatan yang berbeda, yaitu Negeriratu (Kecamatan Batubrak), Batukeyayan (Kecamatan Batubrak), Kuwau (Kecamatan Batubrak), Giham Sukamaju (Kecamatan Batubrak) dan Pekon Koboe Tengah (Kecamatan Batubrak), juga memiliki tingkat resiko yang tinggi, jika dilanda gempa bumi, namun dengan dampak kerusakan yang lebih rendah dibandingkan dengan Kota Liwa.

## VI. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kota Liwa berada pada zona dengan faktor penguatan (amplifikasi) 5 – 6 dengan periode dominan 0,5 – 0,75 s di wilayah pinggirnya dan lebih dari 0,75s tepat di pusat Kota Liwa

dan memiliki litologi batuan berupa alluvial

dengan ketebalan mulai dari 11 meter hingga 20 meter di wilayah pinggir dan semakin ke arah pusat kota ketebalan lebih dari 20 meter yang terdeformasi dengan baik oleh adanya interaksi sesar-sesar di Kota Liwa, sehingga Kota Liwa memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap guncangan gempabumi.

2. Wilayah lainnya yang serupa dengan Kota Liwa dan memiliki tingkat kerawanan yang tinggi berdasarkan nilai amplifikasi dan periode dominannya adalah Pekon Kedondong, Pekon Gunungsugih dan Pekon Way Empuleu Uleu di Kecamatan Balikbukit, Pekon Balak, Pekon Negeriratu dan Pekon Kembahang di Kecamatan Batubrak, Pekon Bumiagung, Pekon Kenali II dan Pekon Kejadian di Kecamatan Belalau.
3. Wilayah yang direkomendasikan sebagai wilayah pengembangan dalam tataruang adalah wilayah yang memiliki tingkat kerentanan yang rendah yaitu, dengan nilai amplifikasi  $< 5$  dan berada pada zona III dan IV (periode dominan) meliputi, Kecamatan Sukau (Pagardewa, Jagaraga, Tanjungraya, Hanakau dan Gunung Kemala), Kecamatan Batubrak (Negarabatin dan Kegeringan), Kecamatan Belalau (Turgak, Bedudu, Sukaraja).
4. Kecamatan Balikbukit dan Batubrak merupakan Kecamatan yang hampir seluruh wilayahnya memiliki tingkat kerawanan yang tinggi, jika diguncang gempabumi, sehingga

perlu perhatian khusus dari pemerintah dalam

usaha pengembangan fasilitas umum dan kesadaran masyarakat dalam menanggapi bencana gempabumi yang sewaktu-waktu dapat melanda harus lebih ditingkatkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

BMKG. 1998. *Sumberdaya Geologi*. Buletin Meteorologi dan Geofisika No. 4. BMKG. Jakarta.

Kanai, K., 1983. *Seismology in Engineering*. Tokyo University. Japan.

Lachet, C., dan Brad, P.Y., 1994. *Numerical and Theoretical Investigations on The Possibilities and Limitations of Nakamura's Technique*. J. Phys. Earth, 42, 377-397.

Lang, D. H., 2004. *Damage Potential of Seismic*

*Ground Motion Considering Local Site Effects*. Doctoral Dissertation. University of Weimar : Weimar.

Marjiyono, Soehaimi, dan Kamawan. 2007. *Identifikasi Sesar Aktif Daerah Cekungan Bandung Berdasarkan Citra dan Kegempaan*. Jurnal Sumberdaya Geologi. Bandung.

Marjiyono. 2010. *Estimasi Karakteristik Dinamika Tanah Dari Data Mikrotremor Wilayah Bandung*. Thesis ITB. Bandung.

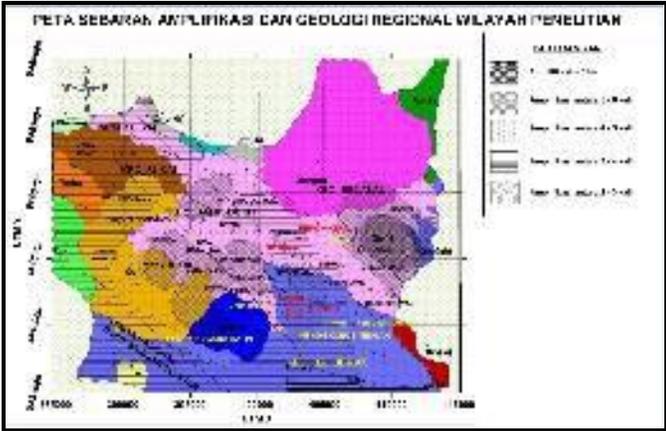
Nakamura, Y., 1989. *A Method For Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface*. Quarterly Reports Of The Railway Technical Research Institute. Tokyo, 30, 25-33.

Nakamura, Y., 2000. *Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application*. Tokyo University. Japan

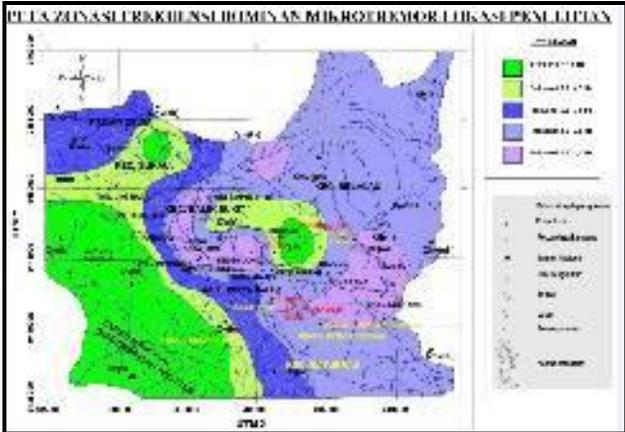
#### LAMPIRAN



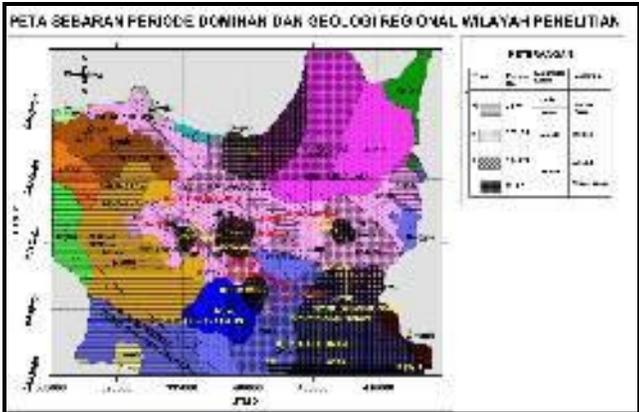
Gambar 1. Peta Geologi Regional Dan Topografi Wilayah Penelitian



Gambar 2. Peta Sebaran Amplifikasi dan Geologi Regional Wilayah Penelitian.



Gambar 3. Peta Sebaran Frekuensi Dominan Lokasi Penelitian



Gambar 4. Peta Sebaran Periode Dominan dan Geologi Regional Wilayah Peneliti

an