

PEMETAAN MIKROZONASI DAERAH RAWAN GEMPABUMI MENGUNAKAN METODE HVSR DAERAH PAINAN SUMATERA BARAT

Asri Wulandari^{*1}, Suharno¹, Rustadi¹, Rahayu Robiana²

¹Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi
Jurusan Teknik Geofisika, FT UNILA

e-mail: ^{*1}asriwulandari331@ymail.com

ABSTRAK

Daerah Painan, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu daerah yang memiliki tingkat resiko rawan bencana yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menzonasikan daerah rawan bencana di daerah Painan berdasarkan nilai frekuensi dominan, periode dominan, V_{s30} , PGA dan amplifikasi serta untuk mengetahui nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*) daerah tersebut. Dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectra Ratio*) diharapkan dapat membantu dalam penzonasian daerah penelitian ini. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diketahui bahwa daerah Painan, Sumatera Barat, memiliki nilai nilai frekuensi dominan antara 0,6-12,07 Hz. Sedangkan untuk nilai V_{s30} antara 73,08-1449 m/s dan nilai amplifikasinya antara 0,47-6,01. Nilai PGA untuk daerah Painan antara 0,034-0,063 g. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan mengkorelasikan keempat peta zonasi, diketahui bahwa daerah yang memiliki tingkat resiko bencana gempabumi yang tinggi diperkirakan adalah daerah pesisir pantai. Hal ini didukung dengan nilai frekuensi yang rendah dan nilai V_{s30} yang kecil serta nilai PGA yang besar. Nilai amplifikasi daerah ini terbagi menjadi tiga zona yaitu daerah yang memiliki amplifikasi tinggi tersebar disekitar pantai dan tersusun atas batuan alluvial sedangkan sisanya memiliki nilai amplifikasi yang sedang dan rendah karena berdasarkan peta geologinya daerah tersebut tersusun atas dua jenis batuan yaitu batuan alluvial dan Formasi Painan.

ABSTRACT

Regional Painan, the district of Pesisir Selatan, the province of West Sumatera is one of the areas with high risk disaster prone. This study aims to map the disaster prone area of the Painan region based on the dominant frequency value, V_{s30} , PGA and amplification and to know the value of ground movement from the area. By using the HVSR method (*Horizontal to Vertical Spectra Ratio*) expected to assist to zone the regions. Based on the research that has been done, it is known that the Painan area, West Sumatera, have values of dominant frequency between 0.6 to 12.07 Hz. As for the value V_{s30} between 73.08 to 1449 m/s and the amplification values between 0.47 to 6.01. The PGA value for Painan region between 0.034 to 0.063 g. Based on the analysis that has been done by correlating the four zoning map, it is known that the area which has a high risk of earthquake disaster that is estimated to coastal areas. This is supported by the dominant low frequency value and the value V_{s30} small and PGA of high value. The amplification value of this region is divided into four zones, areas that have amplification is very high being around the beach and composed by rock alluvial, the value of amplification of high contained in nearly all the regions Painan while amplification medium and low are the small area of Painan and the small area of Bungo Pasang Salido because based on the geological map of the area is composed of two types of rocks are alluvial and rock Painan Formations.

Keywords— Painan, HVSR, Microzonation, PGA

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang rentan terhadap ancaman gempa bumi. Letak Indonesia berada pada tiga lempeng aktif yaitu Lempeng Benua Eurasia, Lempeng Samudera Hindia-Australia, dan Lempeng Samudera Pasifik merupakan salah satu indikasi bahwa Indonesia memiliki potensi gempa bumi yang cukup besar (Irsyam, dkk, 2010).

Sebagian besar gempa bumi disebabkan pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan dari lempeng yang bergerak. Gempa bumi biasanya terjadi pada perbatasan lempeng-lempeng aktif tersebut. Provinsi Sumatera Barat termasuk ke dalam zona beresiko tinggi terhadap dampak gempa dan tsunami. Hal ini terjadi karena Sumatera Barat relatif dekat dengan zona subduksi Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia dan Sesar Besar Sumatera (*Sumatera Fault Zone*). Sebagai upaya mitigasi perlu dilakukan kajian daya dukung terhadap usulan penelitian. Oleh karena itu dilakukan perhitungan nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*) dan V_{s30} (kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter) untuk mengetahui *site class* dari daerah penelitian.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan peta zonasi berdasarkan nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*) dari daerah penelitian untuk mengetahui percepatan pergerakan tanah di daerah penelitian, frekuensi dominan, V_{s30} (kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter) dan nilai amplifikasi prediksi.
2. Menentukan zonasi daerah rawan bencana berdasarkan analisis nilai frekuensi dominan, V_{s30} (kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30

meter), PGA (*Peak Ground Acceleration*) dan amplifikasi prediksi.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pada penzonasian daerah Painan, Sumatera Barat dengan menentukan nilai PGA untuk mengetahui percepatan batuan dasar dan perhitungan nilai V_{s30} serta frekuensi dominan untuk mengetahui *site class* daerah rawan bencana untuk selanjutnya membuat peta rawan bencana gempa bumi daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Daerah Painan

Pada peta geologi daerah Painan (**Gambar 1**) terdiri dari beberapa formasi dan batuan yaitu: formasi Painan, batuan Granit, batuan Gunungapi Kuartar dan batuan Breksi vulkanik serta Alluvial. Formasi Painan terdiri dari batuan gunungapi dengan sejumlah kecil batuan sedimen. Batuan gunungapi yang terdiri dari lava, breksi, breksi tuf. Dalam formasi ini termasuk batuan sedimen berumur Miosen Awal di sebelah selatan Gunung Kerinci. Umur formasi ini dinyatakan sebagai Oligo-Miosen dan tebalnya mencapai 700 meter.

Batuan lain yang terdapat dalam peta geologi Painan adalah batuan Granit. Batuan Granit ini dinyatakan berumur Miosen Tengah. Batuan Aluvial merupakan hasil pelapukan dari batuan yang lebih tua dan endapan sungai, terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur. Batuan Breksi vulkanik terdiri dari breksi gunungapi, lahar, breksi tufa dan tufa bersusunan basal sampai andesitan. Umurnya diperkirakan Kuartar (Sumaatmadja, 1999).

3. TEORI DASAR

3.1 Mikrotremor

Mikrotremor dapat 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.

Dalam kajian teknik kegempaan, litologi yang lebih lunak mempunyai resiko yang lebih tinggi bila digoncang gelombang gempa bumi, karena akan mengalami penguatan (amplifikasi) gelombang yang lebih besar dibandingkan dengan batuan yang lebih kompak. Gempa bumi dan tremor dapat dibedakan dengan mudah bila dilihat pada rekaman seismograf. Getaran tremor berupa getaran yang terus menerus, tidak dapat ditentukan dimana awal getarannya secara jelas. Getaran gempa bumi berupa getaran yang besar dan secara tiba-tiba, seperti pada **Gambar 2**.

3.1.1 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. Dari nilai frekuensi dominan yang terukur dipermukaan, dapat diketahui karakteristik batuan dibawahnya, hal tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1** tentang klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan mikrotremor.

3.1.2 V_{s30} (kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m)

Nilai V_{s30} ini dapat dipergunakan dalam penentuan standar bangunan tahan gempa. Nilai V_{s30} digunakan untuk menentukan klasifikasi batuan berdasarkan

kekuatan getaran gempabumi akibat efek lokal serta digunakan untuk keperluan dalam perancangan bangunan tahan gempa.

V_{s30} merupakan data yang penting dan paling banyak digunakan dalam teknik geofisika untuk menentukan karakteristik struktur bawah permukaan hingga kedalaman 30 meter (Roser dan Gosar, 2010). Hanya lapisan-lapisan batuan sampai kedalaman 30 meter saja yang menentukan pembesaran gelombang gempa (Wangsadinata, 2006).

Diasumsikan bahwa kecepatan gelombang geser melewati lapisan pada ketebalan 30 meter dari permukaan, dikarenakan terjadi resonansi pada amplitudo maksimum sebesar $\lambda/4$ di lapisan sedimen. Sehingga persamaan yang terbentuk menjadi:

$$V_s = f \cdot \lambda$$

$$H = \lambda/4 \quad \text{sehingga, } \lambda = 4H$$

$$V_{s30} = f \cdot 4h$$

Dengan f , V_s dan h berturut-turut menunjukkan frekuensi natural, kecepatan gelombang SH dan ketebalan sedimen. Dari persamaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa frekuensi natural berbanding lurus terhadap kecepatan gelombang SH dan berbanding terbalik terhadap ketebalan sedimen (Syahrudin dkk, 2014).

3.1.3 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 (Arifin, 2013). Gejala amplifikasi pada suatu daerah disebabkan adanya gelombang seismik yang terjebak di dalam suatu perlapisan sedimen. Besaran

amplifikasi tanah dapat dihitung secara teoritis, seperti yang dilakukan oleh Wakamatsu (2006) dalam membuat *Hazard Zoning Map* untuk wilayah Jepang. Amplifikasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log Amp} = 2.367 - 0.82 \log V_{s30} \pm 0.166 \quad (4)$$

3.1.4 Fast Fourier Transform (FFT)

Transformasi Fourier (*Fourier Transform* atau FT) dapat mengubah fungsi atau sinyal dalam domain waktu ke dalam domain frekuensi. Jika kita menerapkan FT pada sebuah fungsi dalam domain waktu, maka kita akan mendapatkan representasi frekuensi amplitudo fungsi tersebut. Dengan transformasi fourier, sebuah fungsi dapat digambarkan dalam sumbu x yang menunjukkan spectrum frekuensi dan sumbu y menunjukkan amplitudo.

Transformasi fourier dari suatu fungsi $f(t)$ didefinisikan sebagai:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \quad (5)$$

3.1.5 Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)

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. Data mikrotremor tersusun atas beberapa jenis gelombang, tetapi yang utama adalah gelombang Rayleigh yang merambat pada lapisan sedimen di atas batuan dasar.

3.1.6 Peak Ground Acceleration (PGA)

Model sumber gempabumi yang diketahui adalah model sumber gempa

fault, model sumber gempa subduksi dan model sumber gempa *background* (Irsyam, dkk, 2010).

Dalam penelitian ini, persamaan atenuasi yang digunakan untuk menentukan nilai PGA adalah fungsi atenuasi Campbell dan Bozorgnia (Douglas, 2011). Fungsi atenuasi ini berlaku untuk sumber seismik yang terletak di daerah kerak dangkal (*strike slip* atau normal). Model regresi persamaan dikembangkan menggunakan data dari magnitude yang besar (0 ke 200 km) menggunakan data dari 1.56164 peristiwa gempa utama untuk $M=4,3-7,9$ dan patahan yang patah sejauh antara 0,1-199km. Data gempa dikombinasikan dari gempa bumi dangkal. Data yang terletak di daerah tektonik aktif di seluruh dunia.

Parameter dan persamaan atenuasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Ln}Y = f_{\text{mag}} + f_{\text{dis}} + f_{\text{flt}} + f_{\text{hng}} + f_{\text{site}} + f_{\text{sed}} \quad (6)$$

4. METODE PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan Penelitian

Pengukuran mikrotremor menggunakan seismometer L4-3D, Logger datamark LS 8800, GPS, dan Laptop. Kemudian pengolahan data menggunakan *software spyder phyton*, *Geopsy*, *Surfer*, *Global Mapper*, *Arcgis*. Data penelitian yang digunakan berupa data rekaman mikrotremor.

4.2 Pengolahan Data

Data hasil pengukuran di lapangan adalah data getaran tanah dalam fungsi waktu, yang tidak dapat langsung digunakan karena masih dalam bentuk hexadesimal. Adapun proses pengolahannya adalah sebagai berikut:

1. Dalam melakukan konversi data rekaman mikrotremor menggunakan *software Anaconda*. Pada *software Anaconda* ini program yang digunakan adalah program *Spider*. Didalam

program *Spider* ini digunakan program *Phyton* untuk melakukan konversi data. Konversi data ini dilakukan agar gelombang yang direkam oleh alat pengukuran mikrotremor dapat dibaca pada software *Geopsy* untuk diolah ketahap selanjutnya.

2. Untuk menentukan nilai frekuensi dan nilai amplitudo dari data rekaman mikrotremor daerah penelitian, dapat menggunakan software *Geopsy*. Pertama kita perlu untuk menginput data rekaman mikrotremor kedalam software tersebut. Lalu dilakukan filter menggunakan *bandpass* filter dengan nilai frekuensi antara 0,50 Hz sampai 20,00 Hz tujuannya adalah agar gelombang dengan nilai frekuensi dari 0,50 sampai 20,00 Hz saja yang dibaca oleh software. Setelah itu akan diperoleh nilai frekuensi dan amplitudo kemudian menghitung nilai amplifikasi prediksi, V_{s30} dan nilai PGA.
3. Setelah memperoleh nilai amplifikasi prediksi, V_{s30} dan nilai PGA, selanjutnya adalah melakukan grid nilai yang diperoleh. Setelah itu lalu membuat peta zonasi daerah rawan bencana menggunakan grid yang diperoleh dari surfer. Setelah penzonasian peta selesai dilakukan selanjutnya adalah menganalisis daerah yang telah dizonasikan. Pada penzonasian dan analisis dapat menggunakan tabel dari masing-masing nilai seperti nilai frekuensi dominan dan nilai V_{s30} .

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data rekaman mikrotremor yang pengamatannya dilakukan oleh tim Pusat Mitigasi dan Bencana Geologi (PVMBG). Data rekaman mikrotremor ini membutuhkan proses pengolahan berupa pengolahan data dengan HVSR untuk

memperoleh nilai amplitudo dan frekuensi dominannya, setelah itu dilakukan perhitungan manual untuk memperoleh nilai amplifikasi, V_{s30} dan *Peak Ground Acceleration* (PGA) hingga diperoleh peta zonasi kawasan rawan bencana gempabumi.

5.2 Pembahasan

1. Analisis Nilai Frekuensi Dominan

Penyebaran nilai frekuensi dominan ini mengindikasikan penyebaran nilai frekuensi dominan dari daerah penelitian. Pada daerah penelitian diperoleh bahwa nilai frekuensi dominannya adalah antara 0,61 Hz sampai dengan 12,07 Hz. **Gambar 3** menunjukkan penyebaran nilai frekuensi dominan daerah Painan. Berdasarkan **Gambar 3**, nilai frekuensi dominan ini terbagi kedalam empat zona. Zona yang pertama ditunjukkan oleh warna merah, merupakan daerah penelitian dengan nilai frekuensi kurang dari 2,5 Hz. Daerah ini tersebar disekitar daerah pantai Painan dan disebagian kecil desa Bungo Pasang Salido. Berdasarkan **Tabel 1**, daerah dengan nilai frekuensi kurang dari 2,5 Hz dan merupakan tanah Jenis IV yang terdiri dari batuan alluvial, yang terbentuk dari sedimentasi delta, *top soil*, lumpur dan lainnya. Pada zona pertama ini diperkirakan memiliki lapisan sedimen yang tebal berdasarkan **Tabel 1**.

Zona yang kedua adalah zona yang memiliki nilai frekuensi 2,5 sampai dengan 4,0 Hz. Zona ini ditunjukkan dengan warna toska dan banyak tersebar di daerah Bungo Pasang Salido dan disebagian kecil daerah Painan. Berdasarkan **Tabel 1**, zona ini merupakan tanah Jenis III, yang terdiri dari batuan alluvial yang merupakan batuan seperti *sandy-gravel*, *sandy hard clay*, *loam* dan lainnya.

Zona yang ketiga adalah zona dengan nilai frekuensi dominan antara 4,0 sampai dengan 6,67 Hz dan merupakan tanah Jenis II. Zona ini ditunjukkan dengan

warna kuning dan tersebar disebagian kecil daerah Painan dan disebagian kecil daerah Bungo Pasang Salido. Sedangkan zona yang keempat ditunjukkan dengan warna biru, yang terdapat pada sebagian kecil daerah Painan dan merupakan tanah Jenis I. Nilai frekuensi dominannya antara 6,67 Hz sampai dengan 20 Hz. Biasanya merupakan batuan Tersier atau lebih tua dan terdiri dari *hard sandy, gravel* dan lainnya.

Nilai frekuensi dominan suatu daerah sangat penting untuk diketahui karena nilai frekuensi dominan ini biasanya dianggap sebagai nilai natral dari tanah yang berada didaerah tersebut. Nilai frekuensi dominan ini berhubungan dengan ketebalan sedimen lapisan tanah keras. Apabila suatu tanah memiliki ketebalan sedimen yang tebal yang ditunjukkan dengan nilai frekuensi dominan yang rendah, diasumsikan bahwa lapisan itu merupakan lapisan yang lunak sehingga rawan terhadap bencana gempabumi dan apabila suatu tanah memiliki ketebalan sedimen yang tipis yang ditunjukkan dengan nilai frekuensi dominan yang tinggi, diasumsikan bahwa lapisan itu merupakan lapisan yang keras sehingga memiliki resiko yang rendah terhadap bencana gempabumi.

2. Analisis Nilai V_{s30} (kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter)

V_{s30} merupakan nilai rata-rata kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter. Nilai V_{s30} ini dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi batuan berdasarkan kekuatan getaran gempabumi akibat efek lokal serta dapat digunakan untuk keperluan dalam perancangan bangunan tahan gempa. Menurut Wangsadinata (2006) diperkirakan bahwa lapisan-lapisan hingga kedalaman 30 meter saja yang menentukan pembesaran gelombang.

Menurut Wakamatsu (2006), untuk ketinggian yang lebih tinggi, semakin curam lereng dan semakin dekat jarak dari gunung atau perbukitan, nilai V_{s30} menjadi semakin besar. Dapat kita lihat pada peta (**Gambar 4**) terdapat empat pembagian zona pada peta tersebut. Empat pembagian zona ini berdasarkan Tabel klasifikasi jenis batuan berdasarkan *National Earthquake Hazard Reduction Program* (NEHRP). Pembagian empat zona ini berdasarkan nilai V_{s30} yang dapat menunjukkan profil jenis batuan di daerah penelitian.

Zona yang pertama adalah zona dengan tipe batuan E yang ditunjukkan oleh warna merah pada peta, zona ini memiliki nilai V_{s30} kurang dari 180 m/s. Berdasarkan **Tabel 2**, diperkirakan bahwa jenis batuannya adalah *soft soil* atau tanah lunak. Daerah zona pertama ini tersebar disekitar wilayah pantai daerah Painan dan hampir disebagian besar daerah Painan. Karena batuannya merupakan batuan lunak, maka kecepatan gelombang geser yang melewati daerah ini lebih lambat. Hal ini menyebabkan timbulnya pembesaran gelombang pada lapisan tersebut sehingga zona ini sangat berisiko tinggi apabila terjadi bencana gempabumi.

Zona yang kedua adalah zona dengan tipe batuan D dan memiliki nilai V_{s30} antara 180 m/s sampai dengan 360 m/s. berdasarkan **Tabel 2**, jenis batuan yang menyusun zona ini adalah tanah sedang atau *stiff soil*. Pada peta daerah penelitian, zona ini ditunjukkan dengan warna toska. Zona ini tersebar disekitar daerah Painan namun hanya disebagian kecil dan tersebar disebagian daerah Bungo Pasang Salido. Zona batuan D ini tersebar cukup luas. Zona yang ketiga adalah zona dengan tipe batuan C, merupakan jenis tanah keras dan batuan lunak berdasarkan **Tabel 2**, yang memiliki nilai antara 360 m/s sampai dengan 760 m/s. Zona batuan C ini ditunjukkan dengan warna kuning pada peta. Zona batuan C ini tersebar disebagian kecil daerah Painan

dan sebagian lagi tersebar di daerah Bungo Pasang Salido.

Zona yang keempat adalah zona batuan B yang memiliki nilai antara 760 m/s sampai dengan 1500 m/s. Batuan pada zona ini diperkirakan merupakan batuan sedang. Pada peta zona ini ditunjukkan oleh warna biru. Zona batuan B ini hanya terdapat di sebagian kecil daerah Painan dan daerah Bungo Pasang Salido. Jika diperhatikan, nilai V_{s30} yang kecil adalah di daerah pesisir pantai. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut memiliki lapisan tanah yang lunak dan berdasarkan peta geologi daerah Painan, daerah pesisir pantai tersusun atas batuan alluvial yang merupakan batuan yang lunak.

3. Analisis Nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*) pada penelitian kali ini adalah persamaan Campbell-Bozorgnia. Fungsi atenuasi ini berlaku untuk sumber seismik yang terletak di daerah kerak dangkal (*strike slip* atau normal). Model regresi persamaan dikembangkan menggunakan data dari magnitude yang besar (0 ke 200 km) menggunakan data dari 1.56164 peristiwa gempa utama untuk $M=4,3-7,9$ dan patahan yang patah sejauh antara 0,1-199km.

Pada persamaan ini diperlukan adanya data pendukung berupa nilai magnitudo dan koordinat sumber gempa. Data pendukung ini menggunakan gempa dari katalog gempabumi USGS (*The U.S. Geological Survey*) yang terjadi di Kepulauan Mentawai dengan koordinat $2,625^{\circ}\text{S}$ $100,841^{\circ}\text{E}$ dalam koordinat UTM ditunjukkan oleh UTM X 704678,99 dan UTM Y 10290294,049, dengan magnitudo sebesar 7,9 Mw dan kedalaman sumber gempanya 35 km.

Berdasarkan analisis peta sebaran nilai PGA yang ditunjukkan pada **Gambar 5**, dapat diketahui bahwa peta PGA terbagi menjadi empat zona. Zona yang pertama adalah zona I dengan nilai PGA 0,060

sampai dengan 0,066 g yang ditunjukkan dengan warna merah pada peta PGA. Zona I adalah daerah yang memiliki nilai PGA yang sangat tinggi dan tersebar di pesisir pantai daerah Painan. Jika dihubungkan dengan nilai V_{s30} maka dapat diketahui bahwa daerah ini memiliki nilai V_{s30} yang rendah dan menunjukkan bahwa daerah ini memiliki lapisan tanah lunak.

Selanjutnya zona II adalah daerah yang memiliki nilai PGA tinggi, antara 0,054 sampai dengan 0,060 g dan ditunjukkan oleh warna toska. Zona II tersebar disebagian daerah Painan dan disebagian kecil daerah Bungo Pasang Salido. Sedangkan zona III ditunjukkan dengan nilai PGA sedang, yaitu antara 0,047 sampai dengan 0,054 g, pada peta ditunjukkan oleh warna kuning. Zona III ini tersebar disebagian daerah Painan dan sebagian kecil daerah Bungo Pasang Salido.

Zona IV adalah zona yang memiliki nilai PGA yang rendah, yaitu antara 0,034 sampai dengan 0,047. Daerah ini ditunjukkan dengan warna biru pada peta PGA dan tersebar disebagian kecil daerah Painan dan disebagian kecil daerah Bungo Pasang Salido. Bila dibandingkan dengan peta nilai V_{s30} , maka dapat dilihat bahwa zona IV ini merupakan daerah yang memiliki batuan jenis B yang berdasarkan **Tabel 2** adalah batuan sedang. Pada daerah yang memiliki batuan sedang, tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh bencana gempabumi tidak besar sehingga lebih aman bila dijadikan pemukiman oleh masyarakat.

4. Analisis Nilai Amplifikasi

Nilai amplifikasi merupakan nilai pembesaran gelombang seismik yang terjadi akibat adanya perbedaan antar lapisan. Peta amplifikasi ini diperoleh berdasarkan amplifikasi ini dibagi menjadi empat zona. Yang pertama adalah zona I dengan nilai amplifikasi yang sangat tinggi, antara 4,75 sampai dengan 5,97 kali

penguatan dan berada disekitar wilayah pesisir pantai daerah Painan yang ditandai dengan warna merah pada peta amplifikasi. Diasumsikan bahwa zona yang memiliki nilai amplifikasi yang sangat tinggi akan mengalami penguatan gelombang yang besar sehingga dapat menyebabkan kerusakan yang parah apabila terjadi gempa bumi pada zona tersebut.

Zona II adalah zona yang memiliki amplifikasi yang tinggi, yang ditunjukkan dengan warna toska, memiliki nilai amplifikasi antara 3,34 sampai dengan 4,75 kali penguatan. Zona ini tersebar hampir disebagian besar daerah Painan dan sebagian kecil daerah Bungo Pasang Salido. Zona yang memiliki nilai amplifikasi yang tinggi memiliki tingkat kerusakan yang tinggi apabila terjadi bencana gempa bumi dikarenakan terjadi penguatan gelombang gempa yang besar pada zona tersebut.

Zona yang selanjutnya adalah zona III yang termasuk dalam zona sedang, zona ini ditunjukkan oleh warna kuning pada **Gambar 6**. Zona III ini memiliki nilai amplifikasi antara 2,13 sampai dengan 3,34 kali penguatan tersebar disebagian kecil daerah Painan dan sebagian kecil daerah Bungo Pasang Salido. Zona yang memiliki nilai amplifikasi sedang diasumsikan apabila terjadi bencana gempa bumi akan mengalami kerusakan namun tidak separah daerah yang memiliki nilai amplifikasi yang sangat tinggi dan tinggi.

Zona yang terakhir adalah zona IV yang memiliki nilai amplifikasi yang rendah yaitu antara 0,26 sampai dengan 0,34 kali penguatan. Zona ini ditunjukkan dengan warna biru pada **Gambar 6**. Zona IV tersebar disebagian kecil daerah Painan dan sebagian daerah Bungo Pasang Salido. Daerah yang memiliki nilai amplifikasi rendah diasumsikan apabila terjadi gempa bumi maka kerusakan yang ditimbulkan sedikit atau rendah. Karena pada daerah yang memiliki amplifikasi rendah, akan mengalami penguatan gelombang yang kecil sehingga tidak

menimbulkan kerusakan yang parah apabila terjadi gempa bumi.

Gambar 7 adalah peta penggabungan dari keempat peta yaitu peta frekuensi dominan, peta V_{s30} , peta PGA dan peta amplifikasi. Pada peta tersebut, jika dilakukan analisis maka diperoleh hasil bahwa daerah yang ditunjukkan dengan warna merah yang tebal pada **Gambar 7** adalah daerah yang paling rawan terhadap bencana gempa bumi pada daerah Painan dan sebagian kecil daerah Bungo Pasang Salido.

Hal ini ditunjukkan dengan rendahnya nilai frekuensi dominan pada zona tersebut yaitu kurang dari 2,5 Hz, menurut Tabel 2 daerah dengan nilai frekuensi dominan kurang dari 2,5 Hz diperkirakan memiliki lapisan sedimen yang tebal. Selanjutnya untuk nilai V_{s30} pada daerah tersebut adalah kurang dari 180 m/s. Berdasarkan Tabel 3, daerah yang memiliki nilai V_{s30} kurang dari 180 m/s merupakan daerah dengan tanah lunak. Pada nilai PGA, daerah dengan zona warna merah merupakan daerah dengan nilai PGA antara 0,060 sampai dengan 0,066 g. daerah yang memiliki nilai PGA yang tinggi diperkirakan merupakan lapisan tanah yang lunak.

Sedangkan berdasarkan nilai amplifikasinya, daerah yang memiliki amplifikasi paling tinggi adalah daerah yang terletak di pesisir pantai daerah Painan dengan nilai amplifikasi 4,75 sampai dengan 5,97 kali penguatan dan daerah dengan nilai amplifikasi tinggi yang memiliki nilai 3,34 sampai dengan 4,75 terletak hampir disebagian besar daerah Painan. Daerah yang memiliki nilai amplifikasi yang tinggi merupakan daerah yang memiliki resiko kerusakan yang tinggi apabila terjadi gempa bumi. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut tersusun oleh tanah lunak yang diperkirakan memiliki lapisan sedimen yang tebal sehingga gelombang yang menjalar saat terjadi gempa bumi mengalami penguatan

gelombang, sehingga menimbulkan kerusakan yang besar.

Oleh karena itu pemetaan mikrozonasi ini perlu dilakukan terutama pada daerah-daerah yang dilalui oleh sesar-sesar besar ataupun sesar kecil yang aktif dan daerah-daerah yang terletak dekat dengan zona subduksi. Sehingga dapat mengurangi resiko yang dapat menyebabkan banyaknya korban jiwa maupun kerusakan yang parah dari gedung-gedung atau bangunan-bangunan saat terjadi gempabumi.

6. KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan data rekaman mikrotremor daerah Painan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Diperoleh nilai frekuensi diperoleh nilai yang paling tinggi adalah 12,07 Hz dan nilai yang paling rendah adalah 0,6 Hz. Sedangkan untuk nilai amplifikasi diperoleh nilai yang paling tinggi adalah 6,01 dan nilai amplifikasi terendahnya adalah 0,47. Nilai V_{s30} yang paling tinggi adalah 1449 m/s sedangkan untuk nilai V_{s30} terendah adalah 73,08 m/s. Kemudian untuk nilai PGA, didaerah penelitian diperoleh nilai PGA yang paling tinggi adalah 0,063 g dan nilai PGA yang paling rendah adalah 0,034 g.
2. Setelah dilakukan analisis korelasi antara keempat peta, diketahui bahwa daerah yang memiliki nilai frekuensi rendah menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki lapisan alluvial sehingga karakter tanahnya sangat lunak. Nilai V_{s30} rendah dan nilai PGA tinggi serta nilai amplifikasinya tinggi. Daerah tersebut merupakan daerah dengan tingkat rawan bencana gempabumi yang tinggi.

6.2 Saran

Untuk hasil penelitian yang lebih maksimal, maka dapat disarankan agar mendapatkan nilai V_{s30} yang lebih akurat, diperlukan data bor daerah penelitian dan agar memperoleh hasil peta zonasi yang lebih maksimal dapat menggunakan parameter lain seperti ketebalan sedimennya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarrini, A. R. 2014. Skripsi: *Studi Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi di Kota Jayapura dan Sekitarnya Berdasarkan Data Mikrotremor dengan Metode GMPE Boore dan Atkinson 2008*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Arifin, S. S., Mulyatno, B. S., Marjiyono, Setianegara, R. 2013. *Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Douglas, J. 2011. *Ground-motion Prediction Equations 1964–2010*. PEER Report 2011/102. Pacific Earthquake Engineering Research Center College of Engineering University of California. Berkeley.
- Ibrahim, G. dan Subardjo. 2004. *Seismologi*. BMKG. Jakarta
- Irsyam, M., Sengara, W., Aldiamar, F., Widiyantoro, S., Triyoso, W., Hilman, D., Kertapati, E., Meilano, I., Suhardjono, Asrurifak, M., dan Ridwan, M. 2010. *Development of Seismic Hazard Maps of Indonesia*

*for Revision of Seismic Hazard Map
in SNI 93-1726-2002. Bandung.*

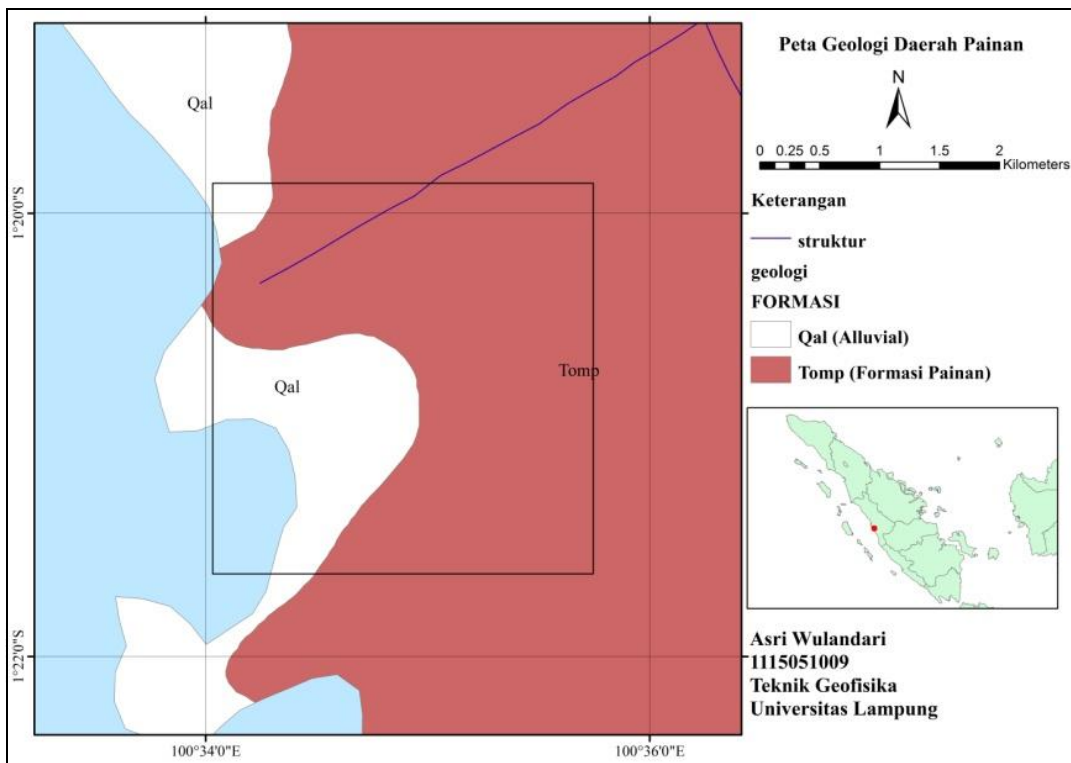
- Rošer, J. dan Gosar, A. 2010. *Determination of Vs30 for seismic ground classifications in the Ljubljana area. Slovenia. Acta Geotechnica Slovenia.*
- Sumaatmadja, E. R. 1999. *Eksplorasi Endapan Batubara di Daerah Painan Kabupaten Painan Propinsi Sumatera Barat. Subdit. Eksplorasi Batubara dan Gambut. DSM*
- Syahrudin, M.H., Aswad, S., Palullungan, E.F., Maria, dan Syamsuddin. 2014. *Penentuan Profil Ketebalan Sedimen Lintasan Kota Makassar Dengan Mikrotremor. Makassar:UNHAS*
- Wakamatsu, K. dan Matsuoka, M. 2006. *Development of the 7,5-Arc-Second Engineering Geomorphologic Classification Database and its Application to Seismic Microzoning. Buletin*
- Wangsadinata, W. 2006. *Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2002. Shortcourse HAKI 2006. Jakarta.*

Tabel 1. Klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi resonansi mikrotremor oleh Kanai (Arifin dkk, 2014)

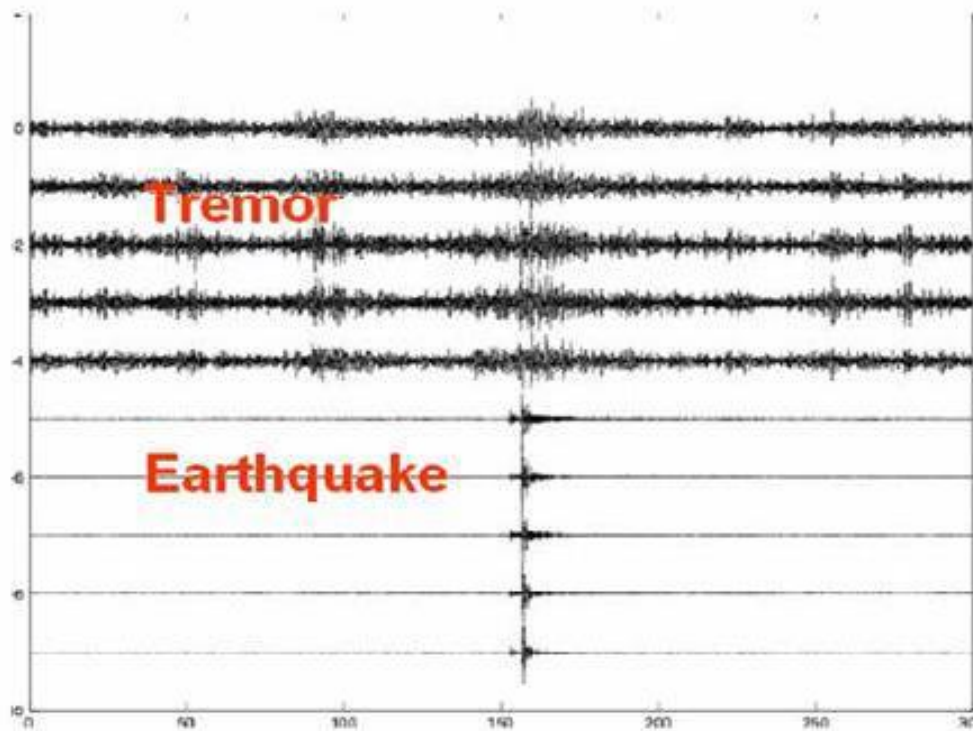
Klasifikasi Tanah		Frekuensi natural (Hz)	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
Tipe	Jenis			
Tipe IV	Jenis I	6,667 – 20	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan <i>Hard sandy, gravel</i> , dll	Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras
	Jenis II	10 – 4	Batuan alluvial, dengan ketebalan 5m. Terdiri dari <i>sandy-gravel, sandy hard clay, loam</i> , dll.	Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5 hingga 10 meter
Tipe III	Jenis III	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 hingga 30 meter
Tipe II	Jenis IV	< 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				

Tabel 2. Klasifikasi Jenis Batuan berdasarkan *National Earthquake Hazard Reduction Program* (NEHRP) (Ambarrini, 2014)

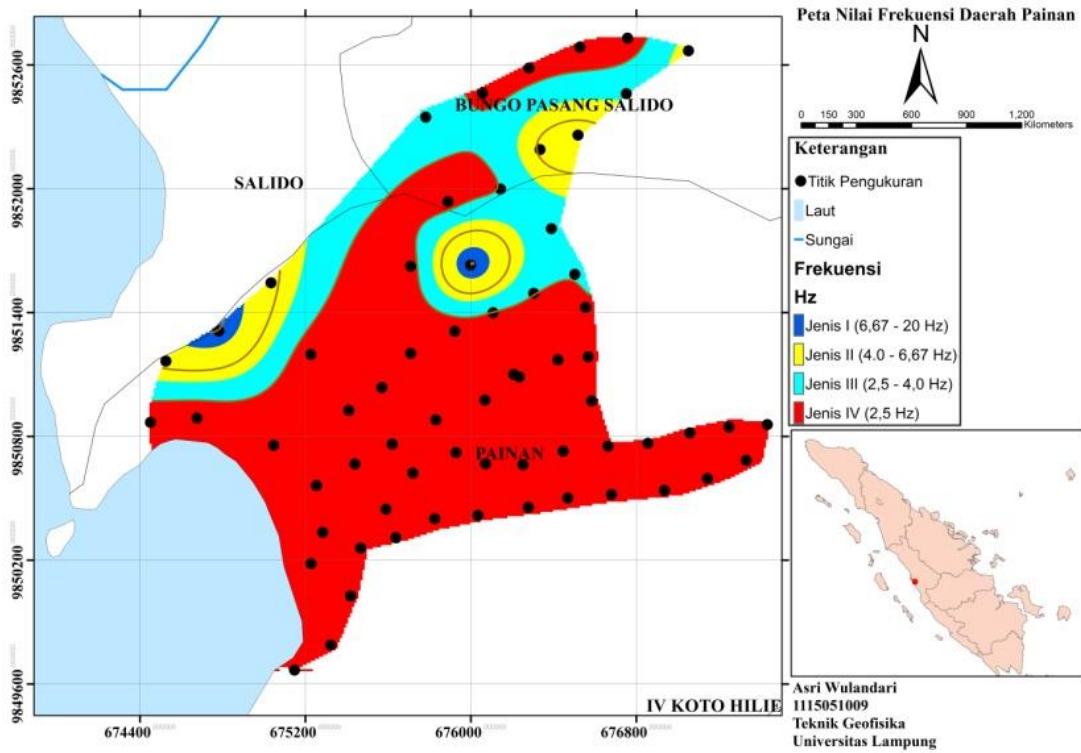
Tipe batuan	Profil Jenis Batuan	V _{s30}
A	<i>Hard rock</i> (batuan keras)	>1500 m/s
B	<i>Rock</i> (Batuan Sedang)	760-1500 m/s
C	<i>Very dense soil and soft soil</i> (tanah keras dan batuan lunak)	360-760 m/s
D	<i>Stiff soil</i> (tanah sedang)	180-360 m/s
E	<i>Soft soil</i> (tanah lunak)	<180 m/s



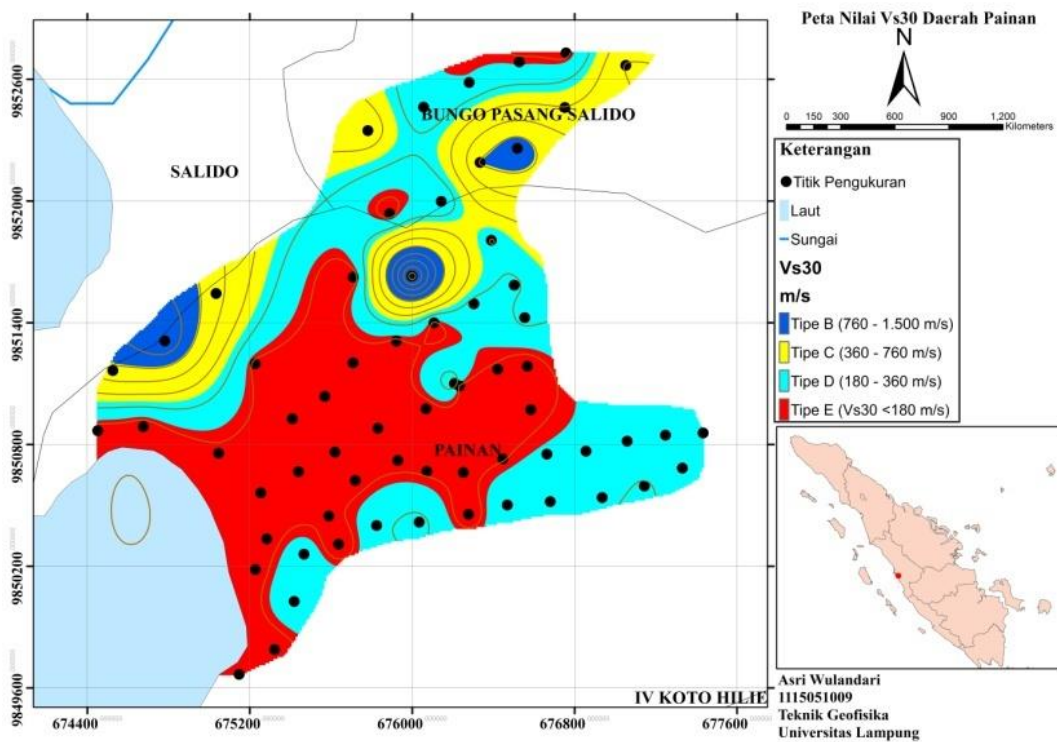
Gambar 1. Peta Geologi Daerah Painan



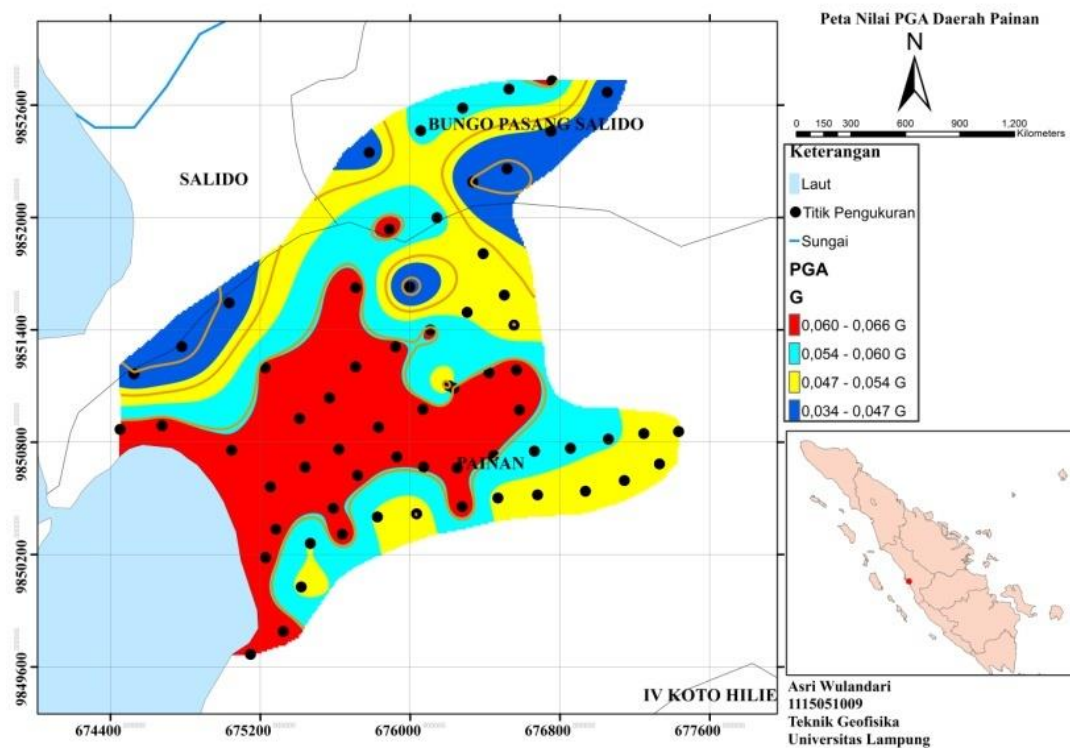
Gambar 2. Perbedaan sinyal tremor dan gempa bumi (Ibrahim dan Subardjo, 2004)



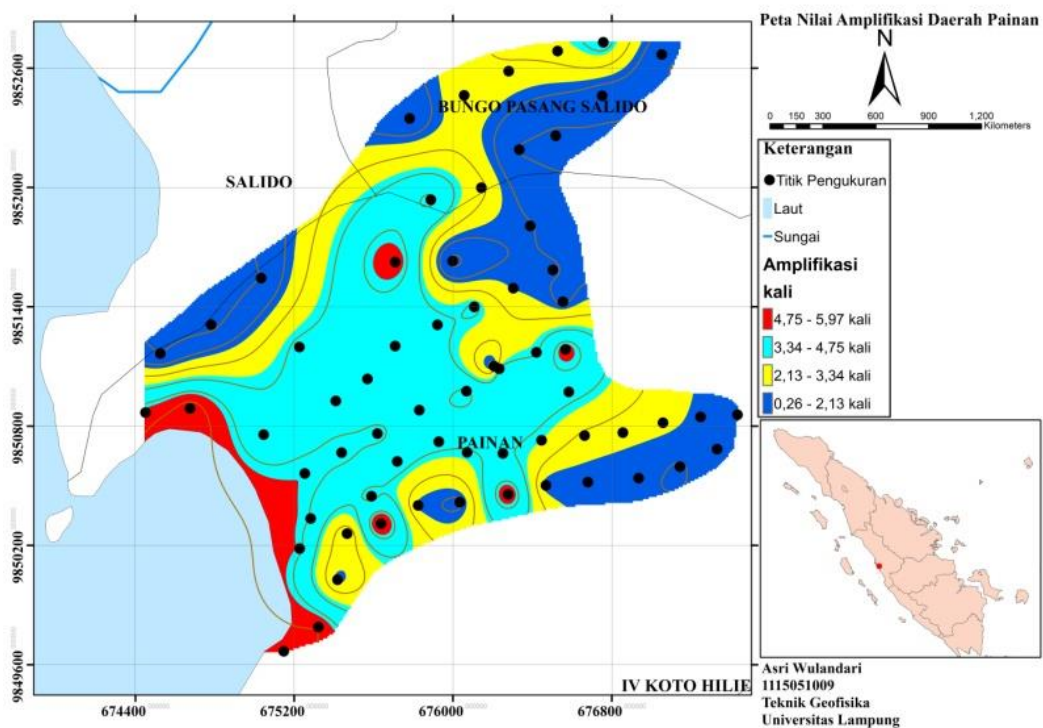
Gambar 3. Peta nilai frekuensi daerah Painan



Gambar 4. Peta nilai V_{s30} daerah Painan



Gambar 5. Peta nilai PGA daerah Painan



Gambar 6. Peta nilai amplifikasi daerah Painan

