

PEMETAAN MIKROZONASI SEISMIK DI DESA NUNKURUS KECAMATAN KUPANG TIMUR KABUPATEN KUPANG

R. T. Saman, H. L. Sianturi, R. K. Pingak

Jurusan Fisika, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email: roswitatrisaman11@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mikrozonasi seismik di desa Nunkurus Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai frekuensi dominan tanah, nilai amplifikasi, indeks kerentanan tanah dan percepatan tanah serta membuat peta indeks kerentanan tanah dan peta. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai frekuensi dominan tanah berkisar antara 0.293 Hz – 18.41 Hz, nilai amplifikasi berkisar antara 1,68–8,52, nilai indeks kerentanan seismik berkisar antara 0,3285 –179,23556 dan nilai PGA berkisar antara 107,77488 gal-218,62941 gal sehingga dapat dikatakan bahwa daerah penelitian berada dalam kawasan yang cukup aman karena hanya sebagian titik saja yang memiliki nilai frekuensi, nilai amplifikasi, nilai indeks kerentanan dan nilai PGA yang besar.

Kata kunci : Mikrozonasi, HVSR, Nunkurus

ABSTRACT

The research about seismic microzonation in Nunkurus village, sub-district of east Kupang, district of Kupang has been done. The aims of this research are to determine the values of soil dominant frequency, magnitude of amplification, seismic vulnerability index, the peak ground acceleration and to make seismic vulnerability index map and PGA map. The results showed that the values of the the values of the dominant frequency was about 0,293 Hz – 18,41 Hz, the amplification about 1,68 – 8,52. Meanwhile, the index of vulnerability was found to be 0,32853 – 179,23556 and peak ground acceleration values about 107,77488 gal - 218,62941 gal so it can be said that the area of research is safe enough because only a single point that has the frequency value, the value of amplification, the index value of vulnerability and PGA great value.

Keyword : Microzonation, HVSR, Nunkurus

PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah peristiwa berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, aktifitas gunung berapi, atau runtuh batuan. Gempa bumi yang terjadi akan menyalurkan getaran – getaran melalui medium bumi dari pusat gempa ke permukaan bumi. Fenomena alam ini tidak dapat dihentikan kejadiannya, namun bahaya dan resiko yang diakibatkan oleh gempa bumi dapat dihindari. Setiap wilayah memiliki tingkat kerentanan yang bervariasi dikarenakan kondisi geologi yang berbeda. Tingkat kerusakan yang diakibatkan gempa bumi dipengaruhi oleh besarnya getaran atau gelombang permukaan yang sampai pada suatu wilayah. Salah satu metode yang digunakan untuk pemetaan daerah rawan kerusakan gempa bumi adalah metode yang memanfaatkan survei mikrotremor. Mikrotremor adalah vibrasi lemah di permukaan bumi yang berlangsung terus menerus akibat adanya sumber getar seperti aktivitas manusia, interaksi angin, dan lalu lintas. (Irjan dan Bukhori, 2011) [1].

Potensi bencana gempa bumi suatu daerah dapat diketahui dengan melakukan pemetaan mikrozonasi. Daerah Kupang Timur, khususnya sekitar desa Nunkurus merupakan kawasan yang akan menjadi pusat pengembangan pembangunan dari kabupaten Kupang. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran mikrotremor di daerah tersebut untuk mengetahui aktivitas seismik, melihat kondisi tanahnya dan memperkirakan dampak yang buruk ketika terjadi gempa bumi. Dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) dan memanfaatkan sumber mikrotremor maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **Pemetaan Mikrozonasi Seismik di Desa Nunkurus Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang.**

Landasan Teori Gelombang Seismik

Gelombang seismik adalah gelombang elastik yang terjadi akibat adanya pelepasan energi dari batuan yang patah secara tiba-tiba

atau akibat adanya suatu ledakan. Ditinjau dari penjarannya, gelombang seismik dapat dibedakan menjadi dua macam (Sianturi, 2010) [2] yaitu:

1. Gelombang Badan merupakan gelombang yang menjalar melalui bagian dalam bumi dan biasa disebut *free wave* karena dapat menjalar ke segala arah di dalam bumi.
2. Gelombang Permukaan merupakan gelombang yang menjalar sepanjang permukaan bumi dan biasa disebut sebagai *tide wave*, karena gelombang ini menjalar melalui suatu lapisan atau permukaan.

Pengertian dan Mekanisme Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi pada permukaan bumi. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Bila dua buah lempeng bertumbukan maka pada daerah batas antara dua lempeng akan terjadi tegangan. Salah satu lempeng akan menyusup ke bawah lempeng yang lain, masuk ke bawah lapisan astenosfir. Pada umumnya lempeng samudera akan menyusup ke bawah lempeng benua, hal ini disebabkan lempeng samudera mempunyai densitas yang lebih besar dibandingkan dengan lempeng benua. Apabila tegangan tersebut telah sedemikian besar sehingga melampaui kekuatan kulit bumi, maka akan terjadi patahan pada kulit bumi tersebut di daerah terlemah. Kulit bumi yang patah tersebut akan melepaskan energi atau tegangan sebagian atau seluruhnya untuk kembali ke keadaan semula. Peristiwa pelepasan energi ini disebut gempa bumi.

Untuk terjadinya suatu gempa bumi diperlukan syarat-syarat sebagai berikut:

1. Pembangunan *stress*.
2. Pelepasan *stress*.
3. Gerakan relatif dari kerak bumi.

Intensitas Gempa Bumi

Intensitas gempa bumi adalah skala kekuatan gempa bumi berdasarkan hasil pengamatan efek gempa bumi terhadap manusia, struktur bangunan, dan lingkungan pada tempat tertentu. Parameter ini dinyatakan dengan skala intensitas yang umumnya dalam MMI. Intensitas merupakan hasil pengamatan visual pada suatu tempat, sedangkan magnitudo adalah hasil pengamatan instrumental

menggunakan seismograf (Nurhidayat, 2011) [3]. Besarnya intensitas sangat tergantung dari besarnya magnitudo, jarak dari sumber gempa, kondisi geologi, dan struktur bangunannya. Intensitas tinggi biasanya terjadi pada daerah yang dekat sumber gempa dibandingkan tempat yang jauh dari sumber gempa.

Indeks Kerentanan Seismik

Indeks kerentanan seismik adalah suatu indeks yang menunjukkan kerentanan dari lapisan batuan yang telah mengalami deformasi. Indeks kerentanan seismik digunakan untuk mendeteksi area yang merupakan zona lemah pada waktu terjadinya gempa bumi. Nilai indeks kerentanan seismik di setiap titik pengamatan dapat bervariasi walaupun pada geologi yang sama (Irjan dan Bukhori, 2011) [1].

Nilai indeks kerentanan seismik diperoleh berdasarkan nilai amplifikasi dan frekuensi dominan sehingga dapat dituliskan:

$$K_g = \frac{A^2}{f_0}$$

Dengan: K_g = indeks kerentanan seismik

A = amplifikasi

f_0 = frekuensi dominan getaran tanah (Hz).

Percepatan Tanah Maksimum

Percepatan adalah parameter yang menyatakan perubahan kecepatan mulai dari keadaan diam sampai pada kecepatan tertentu. Untuk harga percepatan terbagi menjadi 2 bagian yaitu percepatan tanah maksimum dan percepatan tanah sesaat.

Percepatan tanah merupakan parameter yang perlu dikaji pada setiap terjadinya gempa bumi untuk dipetakan agar bisa memberikan pengertian tentang efek paling parah yang pernah dialami suatu lokasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai percepatan tanah pada suatu tempat antara lain adalah magnitudo gempa, kedalaman hiposenter, jarak episenter dan kondisi tanah. Percepatan tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) adalah nilai terbesar percepatan tanah pada suatu tempat akibat getaran gempa bumi dalam periode waktu tertentu. Nilai percepatan tanah yang akan diperhitungkan sebagai salah satu bagian dalam perencanaan bangunan tahan gempa adalah nilai percepatan tanah

maksimum.

Metode Tong & Katayama (1988)

Tong & Katayama memperoleh suatu model empiris percepatan tanah (Tong dan Katayama, 1988) [4], dengan rumus:

$$\log \bar{A} = \alpha M - \beta \log(\Delta + 10) + \gamma T + \delta$$

Dengan:

\bar{A} = percepatan tanah (gal)

T = periode dominan tanah titik pengamatan (s)

M = magnitudo gelombang permukaan (SR)

Δ = jarak episenter (Km)

$$\alpha = 0.509, \beta = 2.32, \gamma = 0.039, \delta = 2.33$$

Mikrotremor

Mikrotremor merupakan vibrasi lemah di permukaan bumi yang berlangsung terus-menerus akibat adanya sumber getar seperti aktivitas manusia, interaksi angin, dan lalu lintas (Irjan dan Bukhori, 2011) [1]. Klasifikasi tanah berdasarkan frekuensi dominan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi tanah berdasarkan frekuensi dominan mikrotremor oleh Kanai (Arifin, dkk, 2013) [5].

Frekuensi dominan (Hz)	Klasifikasi Kanai	Deskripsi
6,667 – 20	Batuan tersier atau lebih tua. Terdiri dari batuan Hard sandy, gravel, dll.	Ketebalan sedimen permukaannya sangat tipis, didominasi oleh batuan keras.
10 – 4	Batuan alluvial, dengan ketebalan 5 meter. terdiri dari sandy-gravel, sandy hard clay, loam, dll.	Ketebalan sedimen permukaannya masuk dalam kategori menengah 5 – 10 meter.
2,5 – 4	Batuan alluvial, dengan ketebalan >5 meter. Terdiri dari sandy-	Ketebalan sedimen permukaan masuk dalam kategori tebal sekitar 10 – 30 meter.

	gravel, sandy hard clay, loam,dll.	
< 2,5	Batuan alluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, top soil, lumpur, dll. Dengan kedalaman 30m atau lebih.	Ketebalan sedimen permukaannya sangatlah tebal.

Metode HVSR

Metode HVSR berguna menunjukkan frekuensi dominan (f_0) dan nilai puncak HVSR (A) yang mempresentasikan karakteristik dinamis lapisan sedimen. Dari hubungan keduanya dapat diketahui nilai indeks kerentanan seismik (K_g). Metode HVSR didasari oleh terperangkapnya getaran gelombang geser (gelombang SH) pada medium sedimen di atas *bedrock*.

Dalam penggunaan metode ini, digunakan beberapa asumsi:

1. Mikrotremor sebagian besar terdiri dari gelombang geser
2. Komponen vertikal gelombang tidak mengalami amplifikasi lapisan sedimen dan hanya komponen horisontal yang teramplifikasi
3. Tidak ada amplitudo yang berlaku dengan arah yang spesifik pada *bedrock* dengan getaran ke segala arah

Nakamura telah merumuskan fungsi transfer metode HVSR sebagai berikut (Arifin, dkk, 2013) [5] :

Efek penguatan gelombang untuk komponen horizontal dinyatakan sebagai berikut:

$$S_E(w) = \frac{H_S(w)}{H_B(w)}$$

$$A_S(w) = \frac{V_S(w)}{V_B(w)}$$

Dalam pengamatan di lapangan ada 2 komponen horizontal yang diukur yaitu komponen utara-selatan dan komponen timur-barat sehingga:

$$S_M(w) = \frac{(H_{SN}(w)^2 + H_{WE}(w)^2)^{1/2}}{V_S}$$

Dengan :

$H_{SN}(w)$ = spektrum mikrotremor komponen utara-selatan

$H_{WE}(w)$ = spektrum mikrotremor komponen timur-barat

$H_S(w)$ = spektrum mikrotremor komponen horizontal di permukaan

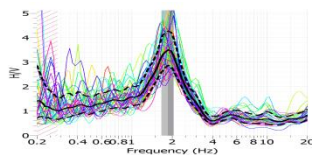
$H_B(w)$ = spektrum mikrotremor komponen horizontal di batuan dasar

$V_S(w)$ = spektrum mikrotremor komponen vertikal di permukaan

$V_B(w)$ = spektrum mikrotremor komponen vertikal di batuan dasar

$S_M(w)$ = fungsi transfer untuk lapisan *soil*.

Hasil pengolahan HVSR berupa kurva HVSR seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Model kurva HVSR (Sirituka, 2014) [6].

Mikrozonasi

Mikrozonasi seismik adalah suatu proses pembagian area berdasarkan parameter seismik untuk memperkirakan respon dari lapisan tanah atau sedimen terhadap gempa bumi. Setiap wilayah memiliki tingkat kerentanan yang bervariasi dikarenakan kondisi geologinya berbeda. Tingkat kerusakan yang diakibatkan gempa bumi dipengaruhi oleh besarnya getaran atau gelombang permukaan yang sampai pada wilayah tersebut. Gelombang permukaan tersebut dapat dilihat dari tinggi rendahnya amplitudo gelombang seismiknya. Nilai amplifikasi gempa dinyatakan dengan tinggi rendahnya nilai amplitudo gelombang. Wilayah yang termasuk dalam kategori rentan gempa adalah wilayah yang memiliki daya penguatan guncangan atau amplifikasi tanah yang besar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian 3 bulan yaitu bulan Maret 2016 – Mei 2016. Lokasi penelitian di

Desa Nunkurus, Kecamatan Kupang Timur, Kabupaten Kupang dengan 40 titik pengukuran.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu: GPS, Seismometer tiga komponen tipe DS-4A *feedback short-period seismometer*, *Digitizer* tipe TDL 303S *Digital Portable Seismograph*, Perangkat lunak (*Datapro*, *Geopsy*, *Surfer 10*, *Google earth*).

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data historis gempa dari tahun 1990 – 2016 yang bersumber dari data USGS (*United States Geological Survey*) dan peta geologi kabupaten Kupang.

Prosedur Kerja dan Pengolahan Data

Prosedur kerja

1. Melakukan studi lapangan pada daerah penelitian.
2. Menentukan titik pengukuran dan letak koordinatnya dengan jarak tiap titik ukur adalah 500 meter.
3. Mengukur mikrotremor menggunakan Seismometer tiga komponen tipe DS-4A *feedback short-period seismometer*. Hasil rekaman seismometer diolah menggunakan *software datapro* dan *geopsy* sehingga diperoleh nilai frekuensi dominan tanah dan amplifikasi disetiap titik pengukuran.
4. Menentukan nilai indeks kerentanan seismic.
5. Menentukan besarnya percepatan tanah maksimum menggunakan data historis gempa dari tahun 1990 sampai tahun 2016 dengan batasan $9^0 - 10^0$ LS dan $121^0 - 124^0$ BT. Magnitudo bodi yang didapatkan dari data historis gempa diubah ke magnitude permukaan
6. Membuat peta kontur indeks kerentanan seismic dan peta PGA menggunakan *Surfer 10*.
7. Membuat peta indeks kerentanan seismic dan peta PGA menggunakan *Google earth*.

Pengolahan Data

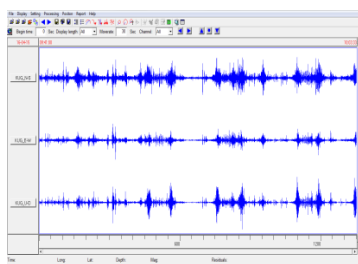
Data hasil pengukuran lapangan merupakan data mentah getaran tanah dalam domain waktu. Data tersusun atas tiga komponen yaitu komponen vertikal (*up and down*), komponen horizontal (*north – south*) dan horizontal (*east – west*). Data tersebut

diolah terlebih dahulu menggunakan software *Datapro*. Setelah itu diproses lagi menggunakan software *Geopsy* dengan menggunakan metode HVSR untuk mengetahui nilai frekuensi dominan tanah dan nilai amplifikasi di setiap titik pengukuran. Setelah nilai frekuensi dominan tanah dan nilai amplifikasi diperoleh maka dapat digunakan untuk perhitungan nilai indeks kerentanan seismik dan nilai percepatan tanah maksimum.

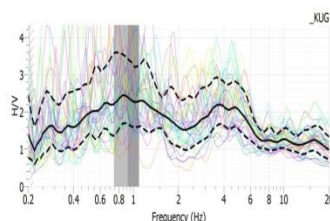
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh data getaran tanah. Data tersusun atas 3 komponen yakni komponen vertical (*Up and Down*), horizontal (*North-South*), dan horizontal (*East-West*). Data tersebut diolah terlebih dahulu menggunakan *Datapro*. Gambar 2 menunjukkan salah satu contoh getaran tanah yang sudah diolah menggunakan *Datapro* pada titik 40. Data dari *Datapro* ini kemudian diolah menggunakan *Geopsy* dengan metode HVSR untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan tanah dan nilai amplifikasi. Nilai frekuensi dominan dan nilai amplifikasi yang telah diolah dapat dilihat pada gambar spektrumnya. Gambar 3 menunjukkan salah satu gambar spektrum hasil pengolahan data menggunakan *Geopsy* dengan metode HVSR.



Gambar 2. Salah satu contoh data getaran tanah yang sudah diolah menggunakan *Datapro*

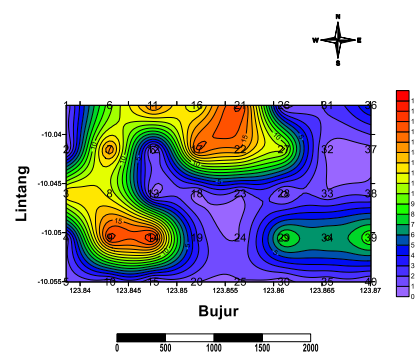


Gambar 3. Bentuk spektrum dari *geopsy* pada titik ke 40.

Pembahasan

Frekuensi dominan dan amplifikasi

Frekuensi dominan adalah nilai frekuensi yang kerap muncul sehingga diakui sebagai nilai frekuensi dari lapisan batuan di wilayah tersebut. Nilai frekuensi dominan tanah dan nilai amplifikasi diperoleh dari hasil analisis kurva H/V menggunakan *Geopsy*. Kedua nilai ini bergantung pada kondisi geologi di daerah penelitian. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai frekuensi dominan di setiap titik pengukuran berbeda - beda. Nilai frekuensi dominan tanah berkisar antara 0,293 Hz - 18,41 Hz. Nilai frekuensi dominan tanah terbesar terdapat pada titik 14 yang terletak di sekitar bekas ladang sawah dengan besarnya frekuensi dominan 18,41 Hz dan nilai frekuensi dominan tanah terkecil terdapat pada titik 30 terletak pada hutan milik warga, memiliki batuan lempung lunak yaitu 0,293 Hz. Kontur frekuensi dominan tanah dapat dilihat pada Gambar 4.

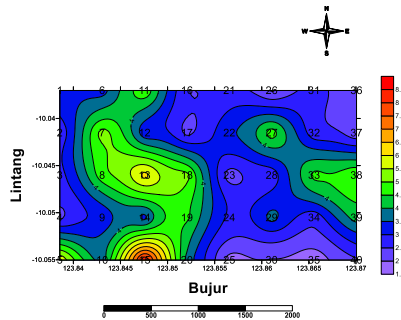


Gambar 4. Kontur frekuensi dominan tanah

Namun dalam penelitian ini faktor-faktor lain juga ikut mempengaruhi nilai frekuensi dominan yang diperoleh, antara lain posisi pengukuran berada di kawasan hutan, area jalan yang dilewati oleh kendaraan sehingga getaran yang direkam mempengaruhi data spektrum di lokasi titik ukur.

Amplifikasi merupakan perbesaran gelombang seismik yang terjadi akibat adanya perbedaan yang signifikan antar lapisan. Nilai amplifikasi tertinggi terdapat pada titik 15 yakni 8,52 dan terendah terdapat pada titik 35 yakni 1,68. Perbedaan nilai amplifikasi biasanya disebabkan oleh adanya perbedaan yang signifikan antar lapisan batuan, dengan kata lain gelombang seismik akan mengalami perbesaran, jika merambat pada suatu medium

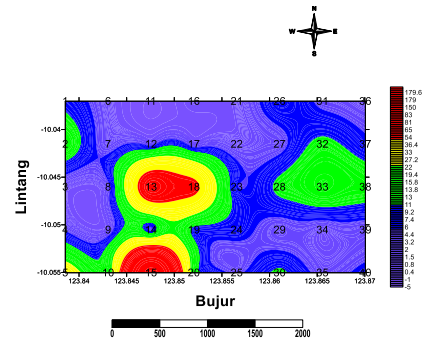
ke medium lain yang lebih lunak dibandingkan dengan medium awal yang dilaluinya. Jadi bila didasarkan pada nilai amplifikasi yang didapatkan maka dapat diduga bahwa titik yang memiliki nilai amplifikasi yang besar yakni titik 15 memiliki perbedaan lapisan yang besar dimana pada daerah ini terdiri atas batuan alluvial yang sangat lunak di bandingkan lapisan di atasnya sehingga menyebabkan nilai amplifikasi mengalami perbesaran. Untuk titik-titik dengan nilai amplifikasi yang rendah seperti titik 35 diduga perbedaan antara lapisan permukaan dengan lapisan di bawahnya kecil atau dengan kata lain antara lapisan batuan di titik ini sama – sama merupakan batuan lunak sehingga mengalami amplifikasi yang kecil. Peta kontur amplifikasi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Kontur amplifikasi

Indeks Kerentanan Seismik

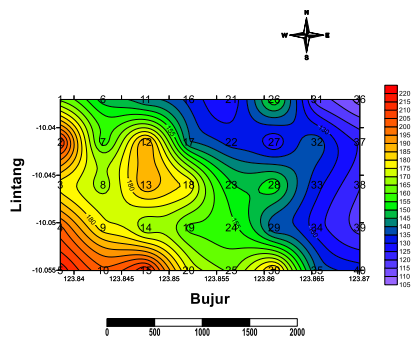
Indeks kerentanan seismik berkaitan dengan tingkat kerawanan suatu wilayah terhadap guncangan gempa bumi. Perhitungan indeks kerentanan seismik dilakukan dengan membandingkan kuadrat nilai amplifikasi dan frekuensi dominan tanah. Daerah dengan nilai K_g tinggi berada pada sebaran nilai frekuensi dominan tanah yang rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa daerah dengan nilai frekuensi dominan tanah yang rendah dan peralihan sedimen lunak yang tebal merupakan daerah yang berpotensi terkena dampak gempa bumi dengan tingkat kerusakan yang cukup parah. Nilai indeks kerentanan seismiknya akan tinggi apabila nilai amplifikasinya tinggi dan nilai frekuensi dominannya rendah.



Gambar 6. Peta kontur indeks kerentanan seismik

Percepatan Tanah Maksimum

Percepatan tanah maksimum merupakan salah satu parameter penting karena menggambarkan kekuatan getaran gempa yang pernah terjadi. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan pengukuran dan perhitungan percepatan tanah yang diakibatkan oleh gempa bumi. Dengan mengetahui nilai percepatan tanah maksimum di suatu wilayah, kita dapat mengetahui daerah mana yang rawan terhadap gempa bumi. Setiap gempa yang terjadi akan menimbulkan satu nilai percepatan tanah pada suatu tempat. Percepatan tanah maksimum adalah nilai terbesar percepatan tanah pada suatu tempat akibat getaran gempa bumi dalam periode waktu tertentu. Parameter-parameter yang diperhitungkan dalam perhitungan PGA adalah magnitudo gempa, jarak episenter, jarak hiposenter dan periode dominan tanah. Parameter-parameter gempa bumi diperoleh dari data-data USGS (1990 - 2016) sedangkan periode dominan tanah diperoleh dari konversi nilai frekuensi dominan tanah hasil pengolahan gelombang mikrotremor dengan metode HVSr. Dari data-data ini kemudian diolah menggunakan rumusan Tong dan Katayama untuk memperoleh nilai PGA di setiap titik pengukuran. Data gempa bumi pada tanggal 10 Januari 1990 telah memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap percepatan tanah maksimum di daerah penelitian. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan PGA berdasarkan data gempa pada tanggal 10 Januari 1990 berkisar antara 107,77488 gal sampai 218,62941 gal.



Gambar 7. Kontur PGA

Berdasarkan rumusan Tong dan katayama maka nilai percepatan tanah maksimum yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh nilai periode dominan tanah, jarak episenter dan magnitude gelombang. Semakin besar nilai periode dominan tanah dan magnitudo suatu gempa maka nilai PGA yang ditimbulkan juga semakin besar. Semakin jauh jarak episenter maka percepatan tanah maksimum yang timbul menjadi semakin kecil. Semakin besar nilai PGA yang pernah terjadi di suatu tempat, semakin besar resiko gempa bumi yang mungkin terjadi.

Berdasarkan nilai PGA yang didapat maka daerah penelitian dapat dikelompokkan ke dalam tingkat resiko sedang tiga sampai resiko besar tiga dengan skala intensitas gempa skala VII-IX. Skala MMI merupakan ukuran kualitatif gempa atau skala gempa berdasarkan kerusakan yang ditimbulkannya. Pada skala VII dan VIII dinyatakan bahwa setiap orang keluar rumah. Kerusakan ringan pada rumah-rumah dengan bangunan dan konstruksi yang baik. Sedangkan pada bangunan dengan konstruksi yang kurang baik terjadi retak-retak bahkan hancur. Cerobong asap pecah. Monumen-monumen roboh. Terasa oleh orang yang naik kendaraan dan air menjadi keruh. Pada skala IX dinyatakan bahwa kerusakan pada bangunan yang kuat, rangka-rangka rumah menjadi tidak lurus, banyak retak-retak. Rumah tampak berpindah dari pondasinya. Pipa-pipa di dalam rumah putus.

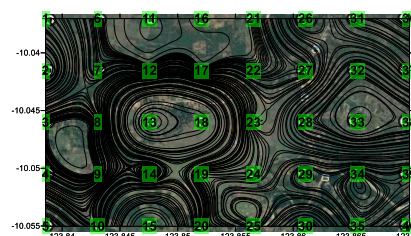
Berdasarkan hasil perhitungan, maka khusus daerah yang memiliki nilai PGA dan indeks kerentanan seismik yang besar jika ingin mendirikan bangunan perlu memilih kualitas bahan bangunan yang baik dan konstruksi yang kokoh, agar mampu menahan guncangan

sehingga dapat meminimalkan resiko terhadap kejadian gempa bumi.

Mikrozonasi

Nilai indeks kerentanan seismik dan nilai PGA digunakan untuk pemetaan mikrozonasi di daerah penelitian. Peta mikrozonasi dibuat dengan menggabungkan titik-titik yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik dan juga nilai PGA yang sama atau dalam kisaran nilai tertentu ke dalam satu zona.

- a. Mikrozonasi Indeks kerentanan seismic. Peta mikrozonasi indeks kerentanan seismik (K_g) ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Mikrozonasi K_g

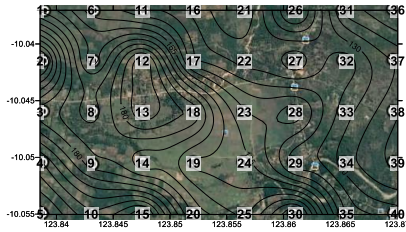
Berdasarkan Gambar 4.10, mikrozonasi indeks kerentanan seismik dibagi menjadi 3 zona sebagai berikut:

1. Zona pertama dengan indeks kerentanan seismik dari 0,32853 - 10,80067 terdapat pada titik 17, 21, 9, 6, 14, 3, 2, 34, 36, 6, 11, 29, 7, 39, 8, 27, 35, 31, 25, 4, 23, 37, 40, 19, 24, 1 dan titik 26. Hal ini berarti titik-titik ini tidak rentan terhadap bencana seismik.
2. Zona kedua dengan nilai indeks kerentanan seismik berkisar antara 12,26346 – 15,70441 yang terdapat pada titik 10, 30, 32, 20, 28, 38. Titik-titik ini rentan terhadap bencana seismik.
3. Zona ketiga memiliki indeks kerentanan seismik antara 19,21043 - 179,23556 yang terdapat pada titik 2, 33, 12, 5, 18, 13 dan titik 15. Ketujuh titik ini sangat rentan terhadap bencana seismik.

Titik-titik atau zona yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik yang tinggi menunjukkan bahwa lokasi atau titik-titik itu akan semakin rentan terhadap bencana seismik.

- b. Mikrozonasi PGA

Peta mikro zonasi PGA ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta Mikrozonasi PGA

Berdasarkan pada Gambar 9 maka daerah penelitian terbagi menjadi 4 zona sebagai berikut:

- 1) Zona 1 yaitu zona dengan nilai PGA antara 100 – 125 gal yang berarti memiliki resiko sedang tiga berada pada titik 36, 31, 39, 38, 37, 27.
- 2) Zona 2 dengan PGA 125 – 150 gal merupakan resiko besar satu pada 34, 32, 33, 22, 40, 16, 21, 29, 35, 11, 17, 30, 6, 23.
- 3) Zona 3 dengan PGA 150 – 200 gal dengan tingkat resiko besar dua yang terdapat pada titik 26, 28, 24, 7, 19, 25, 1, 14, 8, 20, 3, 9, 18, 13 dan 12.
- 4) Zona 4 dengan PGA 200 – 300 gal dengan tingkat resiko besar tiga terdapat pada titik 10, 4, 2, 15, dan 5.

Berdasarkan nilai PGA ini maka zona yang paling berbahaya jika terjadi bencana gempa bumi adalah Zona 4 dengan tingkat resiko besar tiga dengan skala intensitas MMI yaitu pada skala IX.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Nilai frekuensi dominan berkisar antara 0,293 Hz - 18,41 Hz, dimana sebagian kawasan ini memiliki frekuensi dominan tanah yang kecil karena tersusun oleh batuan alluvial yang lunak.
- 2) Nilai amplifikasi berkisar antara 1,68 - 8,52, sehingga dapat dikatakan bahwa faktor penguatan gelombang seismik di kawasan ini kecil karena perbedaan antar lapisannya kecil.
- 3) Nilai indeks kerentanan seismik pada lokasi penelitian berkisar antara 0,32853 - 179,23556, dimana hanya

beberapa titik saja yang memiliki nilai indeks kerentanan yang tinggi sehingga kawasan ini cukup aman bila terjadi gempa bumi.

- 4) Besarnya nilai PGA yaitu antara 107,77488 gal hingga 218,62941 gal. Sehingga berdasarkan skala MMI maka daerah ini termasuk dalam resiko sedang tiga sampai resiko besar tiga.

Saran

1. Untuk mengurangi resiko akibat gempa bumi maka perencanaan pembangunan perlu dilakukan di daerah yang memiliki nilai K_g dan PGA yang kecil, pemilihan kualitas bahan bangunan yang baik dan pembuatan konstruksi yang kokoh agar dapat meminimalkan resiko saat terjadi gempa bumi.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan kawasan penelitian yang lebih luas sehingga dapat dibuatkan peta mikrozonasi untuk kepentingan mitigasi bencana gempa bumi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Irjan dan Bukhori, A. 2011. Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Berdasarkan Data Microseismik Menggunakan TDS Tipe 303 S. *Jurnal Neutrino*. 2.3.153-162
2. Sianturi, H. L. 2010. *Pengantar Seismologi*. Departemen Pendidikan Nasional. Undana. Kupang
3. Nurhidayat, R. 2011. Analisa Percepatan Getaran Tanah Maksimum Serta Hubungan Percepatan Getaran Tanah Dengan Intensitas di Pulau Jawa Menggunakan Metode Gutenberg Richter dan Metode Muphy O'brein, *Skripsi*. Progam Studi Teknik Geofisika Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Yogyakarta
4. Tong, Huanan dan Katayama, Tsuneo. 1988. *Peak Acceleration Attenuation Of The Ill Effect Of The Correlation Between Magnitude And Epicentral Distance*. *Proceeding Of Ninth World Conference On Earthquake Engineering Japan*. 2. 349-354

5. Arifin, S. S., Mulyanto, B. S., Marjiyono dan Setianegara, R. 2013. Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. 1. 2. 30-40
6. Sirituka, O. V. I. 2014. Pemetaan Mikrozonasi Seismik dengan metode HVSR di Kelurahan Naibonat Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang. *Skripsi*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana. Kupang.