

MIKROZONASI DAERAH KENDARI DAN SEKITARNYA BERDASARKAN RESPONS TANAH SETEMPAT

Marjiyono, A. Soehaimi dan J.H. Setiawan

Pusar Survei Geologi
Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122

SARI

Sebagai salah satu ibukota provinsi yang sedang berkembang pesat, ketersediaan data dasar kebumihan merupakan hal yang mutlak dalam rangka membangun Kota Kendari yang lebih aman. Pengukuran mikrotremor di wilayah ini dimaksudkan untuk mengetahui respons tanah setempat terhadap bahaya guncangan gempa bumi. Hasil analisis mikrotremor menunjukkan bahwa distribusi periode dominan H/V tanah di daerah Kendari dan sekitarnya mengikuti pola memanjang sejajar Teluk Kendari dan membelok ke arah selatan mengikuti pola aliran Sungai Wanggu. Peringkat kerentanan terhadap bahaya guncangan tanah yang dicerminkan oleh nilai periode dominan dibagi dalam empat kategori ($> 1,5$ detik, $1,5 - 1,0$ detik, $1,0 - 0,5$ detik dan $< 0,5$ detik). Daerah paling rentan umumnya merupakan daerah pengendapan hasil rombakan batuan dasar, yakni di sekitar Teluk Kendari dan sepanjang Sungai Wanggu, dan secara radial ke arah luar semakin tidak rentan.

Kata kunci : mikrotremor, guncangan, gempa bumi, Kendari

ABSTRACT

As one of the provincial capital city which is growing fast, database of earth sciences is absolutely required in order to develop the secure of Kendari town. Measurement of microtremor in this region aims to know the site response forward ground shaking. The result of microtremor analysis indicates that the distribution of dominant period of H/V ratio of Kendari and its surrounding area is parallel to Kendari bay, and turning south to follow the pattern of Wanggu river. Susceptibility level in this area which is represented by dominant period values is divided into four categories (> 1.5 seconds, $1.5 - 1.0$ seconds, $1.0 - 0.5$ seconds, and < 0.5 second). Generally, the pronest area coinciding with recent sedimentation area, is around Kendari Bay and along Wanggu river, while towards outside are it is safer.

Keyword : microtremor, ground shaking, Kendari

PENDAHULUAN

Kota Kendari merupakan salah satu ibu kota provinsi yang berpenduduk cukup padat. Berbagai fasilitas umum sebagai penunjang kehidupan masyarakat dibangun dikawasan ini. Secara morfologis daerah Kendari merupakan daerah cekungan (lihat Gambar 1), tempat material rombakan dari pegunungan di sekitarnya diendapkan. Ditinjau dari tektoniknya, kawasan ini merupakan bagian blok barat daya sesar geser Palu-Koro-Matano-Lasolo yang berarah barat laut - tenggara. Dari beberapa fakta di atas, dapat dikatakan bahwa daerah Kendari berisiko tinggi terhadap guncangan gempa. Di samping dekat dengan sumber gempa, secara fisis kondisi tanah di wilayah ini merupakan tanah lunak yang akan mengalami amplifikasi bila terkena guncangan gempa.

Pengukuran mikrotremor ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kondisi faktual respons tanah setempat (*site response*) berdasarkan analisis kandungan frekuensi getaran tanah, sebagai data dasar untuk pembangunan kota yang lebih terencana. Lebih jauh, penelitian ini dapat mengurangi korban jiwa maupun harta benda bila terjadi bencana akibat guncangan gempa di hari kemudian.

Metode Penelitian

Mikrotremor

Mikrotremor merupakan getaran tanah yang sangat kecil dan terus menerus yang bersumber dari berbagai macam getaran seperti lalu lintas, angin, aktifitas manusia, dan lain-lain (Kanai, 1983).

Secara teoretis besarnya frekuensi/periode getaran tanah/batuan merupakan cerminan kondisi fisik tanah/batuan tersebut. Tanah/batuan yang lunak dan lepas akan mempunyai periode getaran yang panjang (frekuensi rendah), begitu juga sebaliknya. Dalam kajian teknik kegempaan, batuan yang lebih lunak mempunyai risiko yang lebih tinggi bila digoncang gelombang gempa bumi, karena akan mengalami amplifikasi yang lebih besar dibandingkan dengan batuan yang lebih kompak.

Ada beberapa metode pendekatan yang umum dipakai dalam analisis respons tanah setempat (*site response*) dengan mikrotremor, antara lain :

1. analisis kandungan spektral, yaitu dengan mentransformasi getaran tanah dalam kawasan waktu ke kawasan frekuensi (dengan FFT).
2. rasio spektrum terhadap sebuah *site reference* (misalnya batuan dasar). Metode ini dimaksudkan untuk mengetahui amplifikasi getaran tanah/batuan terhadap *site reference*.
3. Metode Nakamura (Nakamura, 1989), yaitu penentuan frekuensi/periode alamiah tanah/batuan berdasarkan spektrum rasio dari komponen horizontal terhadap komponen vertikal yang diformulasikan sebagai berikut :

$$r(f) = \frac{\sqrt{H_{EW}(f)XH_{NS}(f)}}{V_{UD}(f)}$$

Keterangan

$R(f)$: spektrum rasio

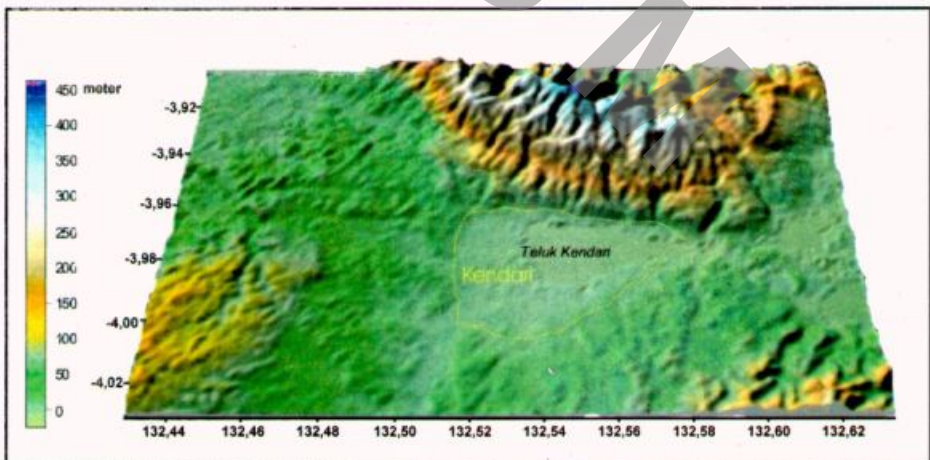
$H_{EW}(f)$: komponen horizontal barat-timur

$H_{NS}(f)$: komponen horizontal utara-selatan

$V_{UD}(f)$: komponen vertikal

Adapun proses transformasi Fourier dalam penelitian ini dilakukan dengan perangkat lunak Origin 6.1.

Dalam berbagai studi *site response*, metode Nakamura sudah digunakan secara luas, terutama dalam pembuatan zonasi kerentanan terhadap guncangan tanah. Tuladhar dkk. (2003) mengamati bahwa besarnya nilai periode dominan batuan/tanah berhubungan langsung dengan ketebalan lapisan lunak di permukaan (*soil, alluvium*). Semakin tebal lapisan lunak, besar periode dominan semakin tinggi, dan penguatan (amplifikasi) getaran semakin besar pula. Dengan kata lain, semakin tebal lapisan lunak di suatu daerah, maka tingkat risiko untuk mengalami guncangan tanah lebih tinggi.



Gambar 1. Relief cekungan daerah Kendari.

Geologi Setempat

Litologi daerah penelitian terdiri atas beberapa satuan batuan yang berumur Pratersier, Kuarter, dan Holosen. Sukanto (1975) menyatakan bahwa wilayah ini merupakan bagian dari Mandala Geologi Sulawesi Timur yang dicirikan oleh batuan malihan, gabro, basal, serpentinit, dan sedimen pelagos Mesozoikum. Batuan Pratersier berupa satuan batupasir yang dijumpai di utara dan barat laut Kota Kendari. Rusmana dkk. (1993) menyebut satuan batuan ini sebagai Formasi Meluhu.

Kelompok batuan Kuarter (Plistosen) terdiri atas empat satuan batuan, yakni Satuan Konglomerat, Satuan Lempung Pasiran, Satuan Batugamping Terumbu, serta Satuan Pasir Gampingan. Stratigrafi detail dapat dilihat pada Gambar 2.

Satuan Konglomerat adalah batuan konglomerat dengan bermacam-macam komponen, antara lain batupasir, batulempung, batusabak, kuarsit, batugamping, batupualam dengan matriks berupa pasir kasar - halus. Batuan ini bersifat lepas dan mudah tererosi (Gambar 3).

Sedangkan Satuan Pasir Lempungan berkedudukan di bawah Satuan Konglomerat. Bersama dengan Satuan Konglomerat, satuan batuan ini membentuk Formasi Alangga.

Adapun Satuan Batugamping Terumbu batugamping berwarna putih kekuningan, mengandung pasir gampingan dan fragmen-fragmen koral banyak tersingkap di sebelah barat laut, barat, serta barat daya Kota Kendari, yakni di sekitar Mandonga, Kendari, Lama (tua), Pohara, dan Ranomeeto.

Satuan Pasir Gampingan dapat dijumpai di tengah Kota Kendari Baru yakni sekitar Mandonga, Uwauwa serta kampus Universitas Haluoleo dengan ciri khas bentang alamnya berupa perbukitan landai yang memanjang. Berdasarkan pengamatan di lapangan, satuan ini memperlihatkan ciri khas endapan beting pantai (*beach sand*) berupa pasir halus terpilah baik (*well-sorted*), tersemen lunak oleh material lempungan, dan sedikit gampingan. Di beberapa tempat pada satuan batuan ini dapat dijumpai cangkang moluska laut.

Kelompok batuan Holosen di daerah ini yang merupakan Endapan Aluvium dapat dibagi atas lima satuan batuan, yakni Satuan Aluvium Sungai, Satuan Endapan Kipas Sesar, Satuan Endapan Lumpur



Gambar 2. Kolom stratigrafi daerah penelitian.



Gambar 3. Kontak Satuan Konglomerat (bagian atas) dengan Satuan Lempung Pasiran (bagian bawah).

Rawa, Satuan Pasir Pantai Tua, dan Satuan Pasir Pantai Muda.

Satuan Aluvium Sungai ini dapat dijumpai tersebar secara luas di sekitar Andawila sepanjang daerah pengeringan aliran sungai Wanggu sebelah selatan Mandonga. Selain itu Satuan ini dapat dijumpai tersebar luas di sebelah barat dan utara daerah penelitian. Satuan batuan ini terdiri atas lempung, pasir, kerikil dan kerakal, serta lumpur, dan merupakan dataran yang luas yang umumnya merupakan daerah persawahan.

Satuan sedimen Kipas Sesar dapat dijumpai pada sisi utara Teluk Kendari, sepanjang jalan antara kota Kendari Tua dan kota Kendari Baru. Ciri khas satuan ini berupa material rombakan dari Satuan Batupasir (Formasi Meluhu) yang berada di bagian atas lereng bukit yang dibatasi oleh lajur sesar (Gambar 4). Satuan Endapan Lumpur Rawa dapat dijumpai di sekitar kota Kendari Baru pada muara Sungai



Gambar 4. Singkapan Satuan Kipas Sesar.

Wanggu dan Sungai Nokambu. Ciri endapan ini berupa lumpur berwarna kelabu kehitaman dan di tumbuh oleh tanaman bakau.

Endapan pasir pantai sebagai endapan pembentuk delta mempunyai ciri pengendapan secara horizontal. Berdasarkan kedudukannya, endapan pasir pantai di sekitar Teluk Kendari dapat dibagi atas dua satuan, yakni Satuan Pasir Pantai Tua dan Satuan Pasir Pantai Muda. Endapan yang lebih dekat ke sumber diendapkan lebih dulu dan membentuk Satuan Pasir Pantai Tua, sebaliknya, yang jauh dari sumber diendapkan pasir halus yang membentuk Satuan Pasir Pantai Muda. Endapan Pasir Pantai Tua ini dapat dijumpai pada muara-muara sungai. Sedangkan Satuan Pasir Pantai Muda dapat dijumpai berupa gonggokan material di bawah permukaan laut. Endapan tersebut memperlihatkan orientasi mengikuti pola pantai yang sejajar dengan Satuan Pasir Pantai Tua.

Pengambilan Data

Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan pada 66 titik ukur yang tersebar di sekitar Kota Kendari. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan sensor mikrotremor Katsujima type PMK-110 tiga komponen, yang direkam dengan *data logger* : *Datamark LS-7000XT 6 channel* (Gambar 5). *Data logger* ini, di samping sebagai perekam data, juga berfungsi sebagai ADC (*analog to digital converter*) dari input data. Dalam pengukuran ini *sampling rate* digitalisasi diset 100 Hz, sehingga satu *file* yang berdurasi 1 menit berisi 6000 percontoh.

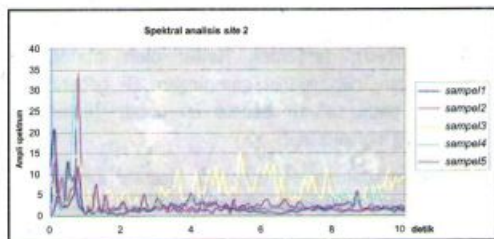
Selain merekam getaran mikrotremor sensor juga merekam berbagai getaran *noise*. Terutama untuk daerah yang relatif ramai, keberadaan *noise* tidak bisa dihindarkan. Ada dua jenis *noise* yang dapat



Gambar 5. Peralatan pengukuran mikrotremor.

dikenali dari sifatnya. Jenis pertama adalah getaran yang bersifat sesaat, misalnya mobil lewat, orang berjalan, dan lain-lain. Dalam seismogram, *noise* ini berupa puncak-puncak getaran yang terlihat menonjol. Jenis *noise* ini dapat dihindari dengan mengekstraksi/mengambil sejumlah percontoh dari rangkaian percontoh dalam *file* yang bebas dari *noise*. Sedangkan jenis *noise* kedua adalah getaran yang sifatnya menerus, misalnya getaran dari disel. *Noise* ini dapat diatasi dengan menapis (*filter*) data di sekitar frekuensi getaran *noise* tersebut. Dalam penelitian ini kedua jenis *noise* ini banyak ditemui. Secara umum, kualitas data cukup baik, hal ini dapat dilihat dari spektrum H/V rasio dari tiap-tiap percontoh yang relatif stabil. Gambar 6 menunjukkan salah satu percontoh hasil spektral analisis di titik pengamatan 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa puncak frekuensi dominan dari kelima percontoh besarnya sekitar 0,8 Hz.

Metode pendekatan yang digunakan dalam analisis data dalam penelitian ini adalah metode Nakamura, yakni menghitung periode spektrum rasio komponen horizontal terhadap komponen vertikal. Proses transformasi Fourier dilakukan dengan perangkat lunak *Origin 6.1*. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 6. Spektrum rasio H/V titik 2.

Tabel 1. Hasil Perhitungan H/V Rasio Daerah Kendari dan Sekitarnya

| No. Titik | Lokasi | | Periode H/V |
|-----------|--------------|---------------|-------------|
| | Lintang (LS) | Bujur (BT) | |
| 1. | 4°01'38.6" | 122°32'28.3" | 1.28 |
| 2. | 4°00'21.48" | 122°31'29.22" | 1.28 |
| 3. | 3°59'15.72" | 122°30'30.78" | 1.46 |
| 4. | 3°58'3.18" | 122°32'46.44" | 1.46 |
| 5. | 3°58'58.14" | 122°31'57.54" | 11.1 |
| 6. | 3°59'20.94" | 122°34'22.14" | 0.73 |
| 7. | 3°59'9.9" | 122°35'24.96" | 5.10 |
| 8. | 3°57'45.78" | 122°31'31.38" | 1.46 |
| 9. | 3°57'46.86" | 122°32'40.32" | 3.41 |
| 19. | 3°54'01.34" | 122°35'06.53" | * |
| 20. | 3°54'11.67" | 122°33'36.29" | * |
| 21. | 3°53'27.29" | 122°31'07.85" | * |
| 22. | 3°56'22.20" | 122°30'18.82" | 0.11 |
| 23. | 3°57'10.81" | 122°30'55.00" | 0.15 |
| 24. | 3°57'59.64" | 122°28'01.40" | - |
| 25. | 3°58'00.79" | 122°27'07.90" | 1.46 |
| 26. | 3°58'02.80" | 122°25'49.21" | 1.46 |
| 27. | 3°58'38.27" | 122°24'48.38" | 1.46 |
| 28. | 3°58'52.89" | 122°25'38.53" | 1.46 |
| 29. | 3°58'00.76" | 122°29'10.92" | 0.48 |
| 30. | 3°57'18.01" | 122°29'55.95" | 0.37 |
| 31. | 3°58'38.34" | 122°28'35.62" | 1.46 |
| 32. | 3°58'43.84" | 122°29'30.18" | 0.41 |
| 33. | 3°59'44.52" | 122°29'56.61" | 1.14 |
| 34. | 4°02'35.07" | 122°29'31.87" | 2.04 |
| 35. | 4°03'22.85" | 122°28'30.88" | 1.28 |
| 36. | 4°02'46.71" | 122°27'57.27" | 1.46 |
| 37. | 4°02'06.93" | 122°28'41.76" | 0.22 |
| 38. | 4°01'46.12" | 122°29'50.19" | 1.46 |
| 39. | 4°00'37.59" | 122°29'43.12" | 1.28 |
| 40. | 3°58'42.57" | 122°27'49.08" | 1.14 |
| 41. | 3°59'03.54" | 122°27'15.42" | 1.46 |
| 42. | 4°00'15.68" | 122°27'06.33" | 1.46 |
| 43. | 4°01'42.93" | 122°28'08.32" | 1.71 |

* di luar daerah penelitian

- tidak dihitung/sudah terwakili oleh titik yang lain

| No. Titik | Lokasi | | Periode H/V |
|-----------|--------------|---------------|-------------|
| | Lintang (LS) | Bujur (BT) | |
| 10. | 3°58'12.24" | 122°31'18.0" | 1.48 |
| 11. | 3°57'57.6" | 122°33'37.39" | 1.28 |
| 12. | 3°57'54.84" | 122°34'38.59" | 1.46 |
| 13. | 3°58'25.61" | 122°36'05.09" | 0.15 |
| 14. | 3°57'01.94" | 122°37'22.41" | 1.71 |
| 15. | 3°55'39.03" | 122°38'43.57" | 0.15 |
| 16. | 3°55'29.71" | 122°39'51.1" | 1.28 |
| 17. | 3°54'09.15" | 122°38'47.11" | 0.54 |
| 18. | 3°53'53.45" | 122°37'06.31" | 1.46 |
| 44. | 4°01'00.83" | 122°27'22.37" | 0.12 |
| 45. | 4°00'09.90" | 122°32'40.99" | 1.46 |
| 46. | 4°02'41.86" | 122°39'07.16" | * |
| 47. | 4°00'19.41" | 122°38'56.30" | * |
| 48. | 4°00'27.04" | 122°38'18.05" | 0.16 |
| 49. | 4°00'01.23" | 122°37'02.19" | 1.46 |
| 50. | 4°00'14.67" | 122°35'54.78" | 0.57 |
| 51. | 4°00'18.62" | 122°35'02.59" | 1.28 |
| 52. | 4°01'07.02" | 122°35'05.78" | 1.46 |
| 53. | 4°01'14.16" | 122°30'48.62" | 1.46 |
| 54. | 4°01'38.6" | 122°32'28.3" | - |
| 55. | 4°02'46.91" | 122°33'25.80" | - |
| 56. | 4°01'54.45" | 122°32'42.29" | 0.36 |
| 57. | 3°56'37.86" | 122°30'03.74" | - |
| 58. | 3°55'54.59" | 122°29'54.22" | - |
| 59. | 3°55'07.32" | 122°29'36.90" | - |
| 60. | 3°54'42.94" | 122°28'43.87" | * |
| 61. | 3°54'05.64" | 122°30'03.96" | - |
| 62. | 3°57'18.55" | 122°28'57.79" | - |
| 63. | 4°00'32.33" | 122°33'41.75" | - |
| 64. | 4°01'25.34" | 122°33'38.25" | - |
| 65. | 4°03'29.71" | 122°33'06.47" | 0.33 |
| 66. | 4°03'47.74" | 122°32'16.53" | 0.31 |
| 67. | 4°03'52.34" | 122°31'20.33" | - |
| 68. | 4°04'10.46" | 122°30'31.51" | - |

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, Kota Kendari dan sekitarnya, khususnya wilayah Teluk Kendari, disusun oleh dua kelompok batuan yang mempunyai karakteristik yang sangat berbeda satu dengan yang lainnya (Soehaimi dkk., 2004), yakni kelompok batuan keras dan kelompok batuan lunak. Kelompok batuan keras terdiri atas perselingan batupasir dan lempung yang disebut sebagai satuan batupasir Formasi Meluhu, yang merupakan batuan dasar di daerah ini. Sedangkan batuan lunak terdiri atas batuan rombakan yang terletak di atas batuan dasar. Batuan ini terdiri atas campuran berbagai macam batuan berupa konglomerat, pasir lempungan, batugamping terumbu, pasir gampingan, endapan aluvium sungai, kipas sesar, lumpur rawa, dan pasir pantai. Secara keseluruhan batuan ini bersifat lepas dan lunak, serta belum terkonsolidasi dengan baik. Secara fisis kedua karakter batuan di atas akan memberikan respons yang berbeda bila menerima getaran. Batuan yang lebih keras (kompak) akan memberikan respons berupa getaran partikel dengan periode pendek, sedangkan batuan lunak akan memberikan respons dengan periode getaran panjang.

Berdasarkan hasil pengukuran mikrotremor, besarnya periode H/V rasio di daerah Kendari dapat dikategorikan dalam empat zona (Gambar 7), yakni :

- Zona I : periode > 1,5 detik
- Zona II : periode 1,0 detik 1,5 detik
- Zona III : periode 0,5 detik 1,0 detik
- Zona IV : periode < 0,5 detik.

Nilai periode spektrum H/V rasio ini merupakan cerminan respons tanah setempat (*site response*), yaitu tanah / batuan yang mempunyai periode lebih panjang mempunyai risiko yang lebih besar bila mengalami guncangan. Dengan demikian pembagian zona di atas dapat dipandang sebagai peringkat risiko akibat bahaya guncangan tanah. Zona I merupakan zona paling berisiko akibat amplifikasi guncangan yang tinggi terhadap guncangan, sedangkan zona IV merupakan zona paling stabil.

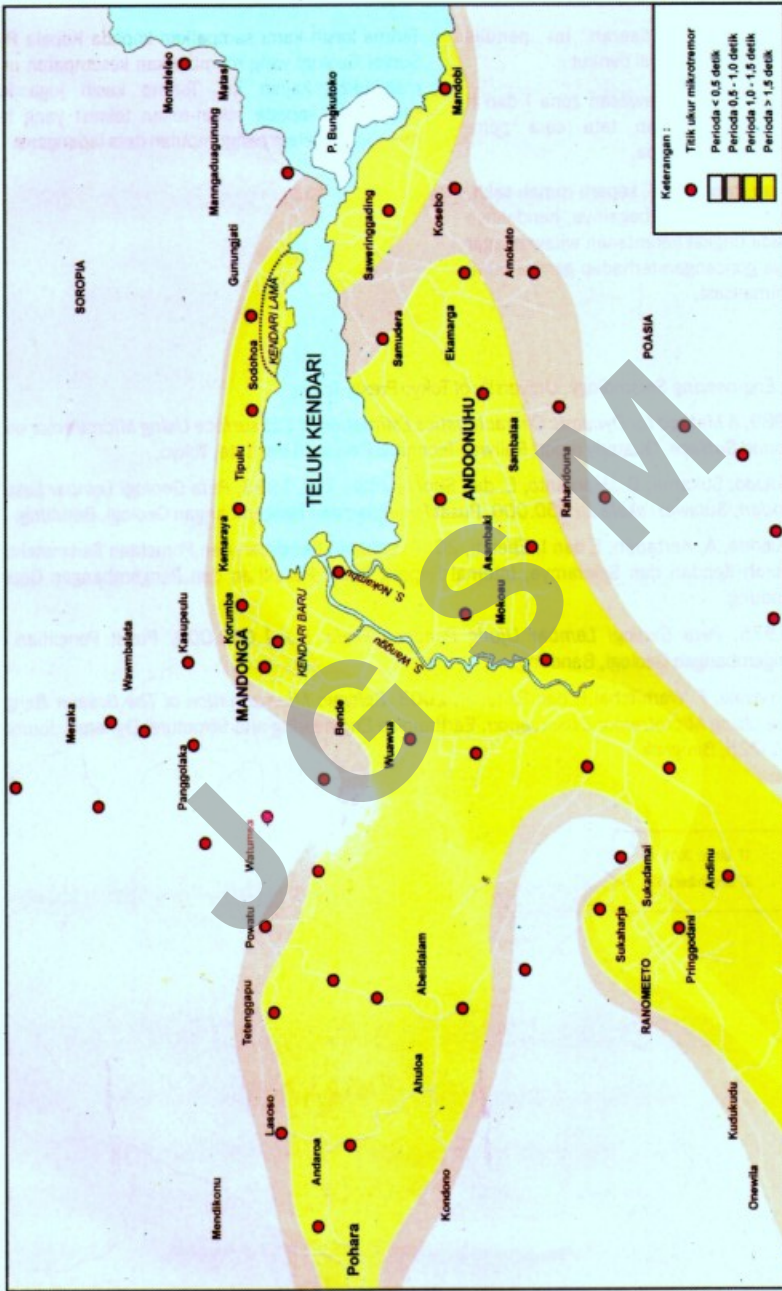
Distribusi nilai periode spektrum rasio H/V daerah Kendari dan sekitarnya menunjukkan pola memanjang pada arah timur - barat mengikuti pola teluk dan menerus ke arah barat daya. Zona I meliputi daerah pinggiran Teluk Kendari dan menerus ke arah barat daya mengikuti pola aliran Sungai Wanggu. Batuan wilayah ini berupa endapan rawa, endapan aluvium sungai, dan endapan kipas sesar. Zona ini merupakan zona paling rentan terhadap guncangan gempa tempat sebagian kota Kendari Lama (Tua) berada. Zona II ini merupakan daerah lingkaran luar daerah zona I yang meliputi daerah sebagian dari Kota Kendari Lama, Mandonga, Andoonuhu serta Pohara. Batuan zona ini disusun oleh konglomerat, pasir lepas, dan pasir lempungan yang merupakan bagian Formasi Alangga. Zona ini merupakan zona yang paling banyak dihuni penduduk, serta daerah pengembangan kota yang merupakan daerah rentan terhadap bahaya guncangan gempa. Sedangkan Zona III dan IV merupakan daerah yang stabil terhadap guncangan gempa, dengan batuan penyusun berupa batupasir (Formasi Meluhu) dan batugamping (Formasi Tokala).

Dari hasil pengamatan di lapangan terlihat bahwa banyak pembangunan di wilayah Kota Kendari terkonsentrasi di daerah rawa dengan melakukan reklamasi. Hal tersebut di atas merupakan permasalahan baru di dalam zona I yang berkerentanan tinggi terhadap bahaya guncangan gempa. Perubahan fisik lahan seperti ini perlu dicermati dengan melakukan kajian-kajian geologi Kuarter terhadap kawasan ini serta material reklamasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan sifat fisik batuan penyusun dan karakteristik respons tanah setempat (*site response*) Kota Kendari secara umum merupakan kawasan yang rentan terhadap bahaya guncangan gempa bumi. Kawasan rentan ini merupakan daerah yang disusun oleh endapan bahan rombakan berupa endapan aluvium, endapan rawa, dan endapan kipas sesar yang belum terkonsolidasi dengan baik.

122° 38' BT
03° 55' LS



04° 04' LS
122° 24' BT

Gambar 7. Zonasi respons tanah setempat berdasarkan periode mikrotemor.

SARAN-SARAN

Dari hasil penelitian di daerah ini penulis mengajukan saran-saran sebagai berikut :

- Pengembangan kota di kawasan zona I dan II harus mempertimbangkan tata cara pembangunan sipil tahan gempa.
- Pembangunan sarana vital, seperti rumah sakit, pembangkit listrik, dan sebagainya, hendaknya mengacu pada tingkat kerentanan wilayah, agar risiko bahaya guncangan terhadap gempa bumi dapat diminimalisasi.

ACUAN

- Kanai, K, 1983, *Engineering Seismology*, University of Tokyo Press, Tokyo.
- Nakamura, Y. 1989, *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on the Ground Surface*, Quaterly report Railway Technical Research Institute, Tokyo.
- Rusmana, E., Sukido, Sukarna, D., Haryanto, E. dan Simanjuntak, T.O., 1993, *Peta Geologi Lembar Lasusua Kendari, Sulawesi skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Soehaimi, A, Djuanda, A, Kertapati, E dan I. Effendi, 2004, Laporan Penelitian dan Pemetaan Seismotektonik Daerah Kendari dan Sekitarnya, Internal Report, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sukamto, R., 1975, *Peta Geologi Lembar Ujung Pandang skala 1 : 1.000.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Tuladhar, R., Yamazaki, F, Warnitchai, P dan Saita, J., 2003. *Seismic Microzonation of The Greater Bangkok Area Using Microtremor Observation*. Earthquake Engineering and Structural Dynamic Journal. p 211-225, Bangkok.

| | |
|-----------------|--------------------|
| Naskah diterima | : 17 Maret 2006 |
| Revisi terakhir | : 27 Desember 2006 |

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang memberikan kesempatan untuk melakukan kajian ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada rekan-rekan teknisi yang telah membantu dalam pengumpulan data lapangan ■