

Inversi HVSR (Horizontal To Vertical Spectral Ratio) Gunung Lumpur Bledug Kuwu, Grobogan, Jawa Tengah

Bergita Gela M. Saka

Program Studi Pendidikan Fisika
Universitas Kristen Indonesia Toraja
Jl. Nusantara No. 12 Makale
Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan

bergita@ukitoraja.ac.id

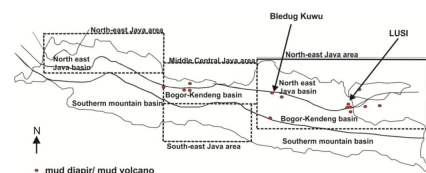
ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian inversi HVSR di kawasan Gunung Lumpur Bledug Kuwu, Grobogan, Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui amplifikasi dan frekuensi dominan. Data yang digunakan adalah data mikrotremor dari rekaman seismometer 3 komponen. Mikrotremor merupakan vibrasi lemah di permukaan bumi yang berlangsung terus menerus akibat adanya sumber getar seperti aktivitas manusia, industry dan lalu lintas. Sumber-sumber lain seperti interaksi angin, bangunan, arus laut dan gelombang laut periode panjang juga merupakan sumber mikrotremor. Penelitian dilakukan dengan merekam ambient noise atau getaran alami yang timbul dari alam. Hasil penelitian spektral rasio H/V (horizontal vertical) berupa nilai amplifikasi dan frekuensi dominan. Nilai frekuensi dominan (f_0) untuk wilayah sekitar Bledug Kuwu adalah antara 0,370 sampai 11,122 Hz dengan rata-rata dibawah 0,7 Hz. Nilai frekuensi dominan terendah yaitu 0,37 Hz berada di titik sta. Timur dan frekuensi tertinggi 8,44 berada di titik R2T5. Nilai puncak HVSR atau Amplifikasi berkisar antara 0,49 – 1,86.

Kata kunci: inversi HVSR, sumber mikritremor, ambient noise

I. Pendahuluan

Indonesia khususnya Pulau Jawa merupakan salah satu tempat terdapatnya beberapa gunung lumpur (Gambar 1). Selain LUSI (Lumpur Sidoarjo), terdapat juga gunung lumpur yang dinamakan gunung lumpur Bledug Kuwu. Bledug Kuwu merupakan sebuah fobjek yang menarik untuk diteliti baik itu dibidang geologi, geofisika, kimia maupun ilmu budaya. Gunung lumpur merupakan objek yang menarik untuk dikaji lebih dalam. Pengkajian tersebut antara lain dari segi sifat dasar, me-



Gambar 1: Beberapa beberapa gunung lumpur di Indonesia

kanisme pembentukan, jenis semburan dan sistem hidrokarbon (Yusifov, 2004). Gunung lumpur diseluruh dunia, umumnya mempunyai banyak kesamaan antara kedudukan ge-

ologi dengan perkembangannya. Dominasi penyebaran ini berada pada batas konvergen (convergent plate margins) karena memiliki tekanan tektonik yang tinggi. Secara umum terdapat tiga syarat terjadinya gunung lumpur, yaitu: adanya batuan yang rongganya berisi lumpur, mempunyai tekanan, dan adanya rekahan yang digunakan sebagai tempat keluarnya material di gunung lumpur tersebut (Mustain, 2006).

Erupsi material lumpur yang biasanya mengandung gas hidrokarbon dan garam disebut gunung lumpur (mud volcano). Gunung lumpur biasanya terjadi di sepanjang rekahan/patahan yang berada di daerah yang secara tektonik memiliki tekanan yang tinggi.

Data mikrotremor dianalisis menggunakan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) dengan menghitung perbandingan antara spektrum horizontal (H) dan spektrum vertikal (V) dari setiap data observasi. Dalam hal ini adalah resultan dari komponen horizontal dan komponen vertikal yang terjadi pada spektrum getaran tanah. Karakteristik dan jenis batuan dapat diketahui dari karakteristik mikrotremor berdasarkan nilai periode dominannya serta membantu dalam analisis respon batuan dalam memperkuat (amplifikasi) getaran yang didasarkan oleh adanya perbedaan impedansi bedrock dengan batuan sedimen di atasnya.

Berdasarkan hal tersebut, maka tema penelitian ini ialah analisis spektral dengan metode HVSR dimana 3 komponen medan gelombang diukur pada satu stasiun dan dihitung rasio pergerakan horizontal terhadap vertikal di daerah gunung lumpur Bledug Kuwu.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai frekuensi dominan dan amplifikasi dominan. Data yang dihasilkan tersebut dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut yaitu memodelkan Bawah Permukaan Bledug Kuwu.

II. Dasar Teori

Menurut Lang dan Schwart (2004) mikrotremor merupakan suatu *noise* (gangguan) de-

ngan perioda pendek yang berasal dari sumber *artificial*. Nakamura (2008) berpendapat bahwa mikrotremor merupakan getaran alami (*ambient vibration*) yang berasal dari dua sumber utama yakni alam dan manusia. Getaran tanah tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu akibat aktivitas manusia dan faktor alam.

Data mikrotremor hasil pengukuran dapat dianalisa menggunakan metode Horizontal to Vertical Spectrum Ratio (HVSR). Nakamura (2000) mengasumsikan bahwa hanya data mikrotremor komponen horisontal saja yang dipengaruhi oleh tanah, sementara karakteristik sumber tetap terdapat pada komponen vertikal. Local site effect pada lapisan permukaan (TH), biasanya dinyatakan dengan cara membandingkan antara spektrum komponen horizontal mikrotremor di lapisan sedimen (SHS) dengan komponen horisontal di lapisan batuan dasar (SHB).

Beberapa asumsi yang digunakan dalam metode (HVSR) adalah sebagai berikut:

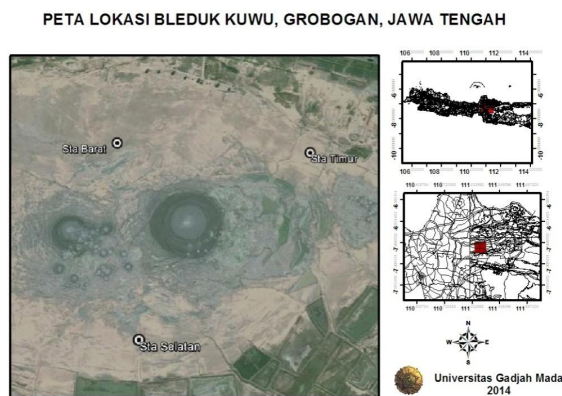
1. Data mikrotremor tersusun atas beberapa jenis gelombang, tetapi utamanya adalah gelombang Rayleigh yang merambat pada lapisan sedimen di atas lapisan batuan dasar.
2. Efek dari gelombang Rayleigh terdapat pada spektrum komponen vertikal pada lapisan sedimen (SVS), tetapi tidak terdapat pada spektrum komponen vertikal di lapisan batuan dasar (SVB).
3. Komponen vertikal mikrotremor tidak teramplifikasi oleh lapisan sedimen, maka besarnya T_v pada Persamaan (3.34) merepresentasikan efek gelombang Rayleigh pada komponen vertikal mikrotremor.
4. Efek gelombang Rayleigh pada rekaman mikrotremor ekuivalen untuk komponen vertikal dan horisontal dalam rentang frekuensi (0,2-20,0 Hz), sehingga rasio spektrum antara komponen horisontal dan vertical di batuan dasar mendekati nilai satu.
5. Pada kondisi tersebut, rasio spektrum antara komponen horisontal dan vertikal

dari mikrotremor yang terrekam di permukaan memungkinkan efek gelombang Rayleigh untuk dieliminasi, sehingga hanya menyisakan efek yang disebabkan oleh kondisi geologi lokal. Inilah konsep dasar Metode Horizontal to Vertical Spectrum Ratio atau disebut sebagai metode HVSR.

Hasil akhir dari analisis data mikrotremor dengan menggunakan metode HVSR adalah spektrum H/V dengan puncak spektrum terjadi pada frekuensi resonansinya. Frekuensi resonansi (f_0) dan puncak spektrum (A_g) tersebut merupakan parameter yang mencerminkan karakteristik dinamik lapisan tanah permukaan (Nakamura et al., 2000).

A. Lokasi Penelitian

Secara geografis terletak pada koordinat 111°06'25" sampai 111°07'45" Bujur Timur dan 07°06'10" sampai 7°07'40" Lintang Selatan dengan luas kurang lebih 1 km² mengitari pusat gelembung. Peta lokasi Bledug Kuwu dapat dilihat pada Gambar 2.

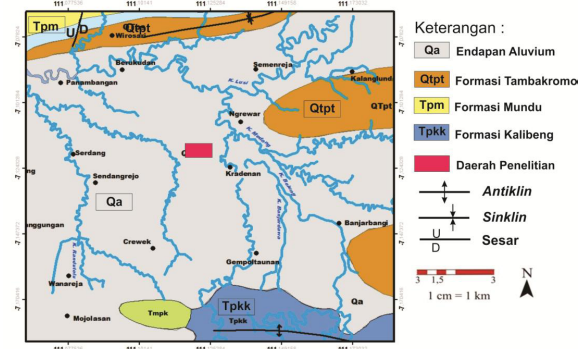


Gambar 2: Peta lokasi gunung lumpur Bledug Kuwu, Grobogan, Jawa Tengah (Sumber: Google Earth dan website Geologi Indonesia).

B. Konsisi Geologi Bledug Kuwu

Keadaan geologi regional Semarang ke arah Timur hingga daerah Kuwu merupakan endapan alluvial. Morfologi daerah ini termasuk

PETA GEOLOGI GROBOGAN JAWA TENGAH



Gambar 3: Peta geologi Grobogan Jawa Tengah. (Peta Geologi lembar Ngawi, Jawa oleh Datun dkk, 1996). Tanda persegi warna merah merupakan lokasi penelitian.

tipe kombinasi rawa dengan jangkauan wilayah yang besar dan danau kawah berlumpur. Tidak terdapatnya vegetasi dan hewan yang hidup di daerah tersebut dapat terlihat dengan jelas disebabkan kadar garam dan kekenyalan dari lumpur yang dikeluarkan. Burgon, dkk (2002) membuktikannya dengan membawa sampel lumpur gunung lumpur. Hasil yang diperoleh ialah lumpur tersebut terbukti tandus.

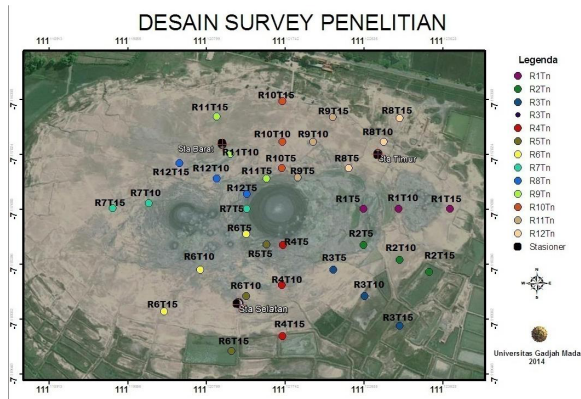


Gambar 4: Erupsi gunung lumpur Bledug Kuwu, Grobogan, Jawa Tengah

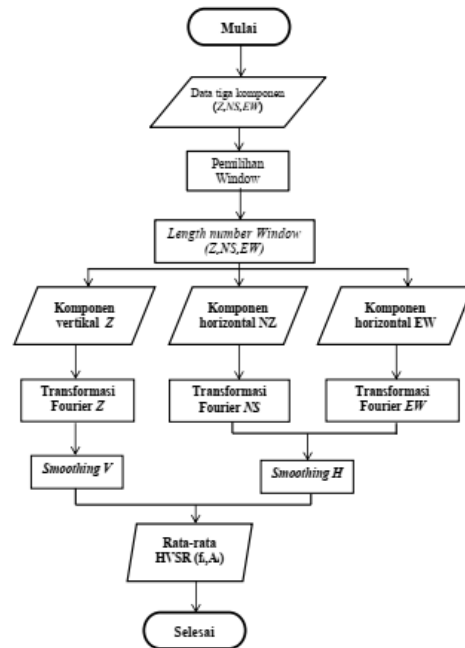
C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di daerah gunung lumpur Bledug Kuwu, Kecamatan Kradenan, Ka-

bupaten Grobogan, Jawa Tengah yang dilaksanakan pada tanggal 28 September – 3 Oktober 2013. Terlebih dahulu dilakukan studi literatur dan persiapan yang dimulai bulan juli 2013 – September 2013. Perekaman data mikroseismik selama 4 hari tersebut menggunakan metode seismik tiga komponen.



Gambar 5: Peta Desain Survei Penelitian (Sumber: Google Earth).



Gambar 6: Diagram alir rata-rata HVSR

D. Instrumen penelitian

Penelitian ini menggunakan instrument antara lain yaitu 3 unit sensor seismograph digital tiga komponen (TDV-23S Feedback Short-Period Seismometer) dari kantor BM-KG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika). Terdapat juga digitizer seismograph, kabel konektor, kabel LAN,solar cell, Laptop display, antena GPS dan peralatan pendukung lainnya seperti kompas, GPS,3 unit Aki, 3 unit tenda, alat penggali tanah, papan diskusi serta peralatan tulis.

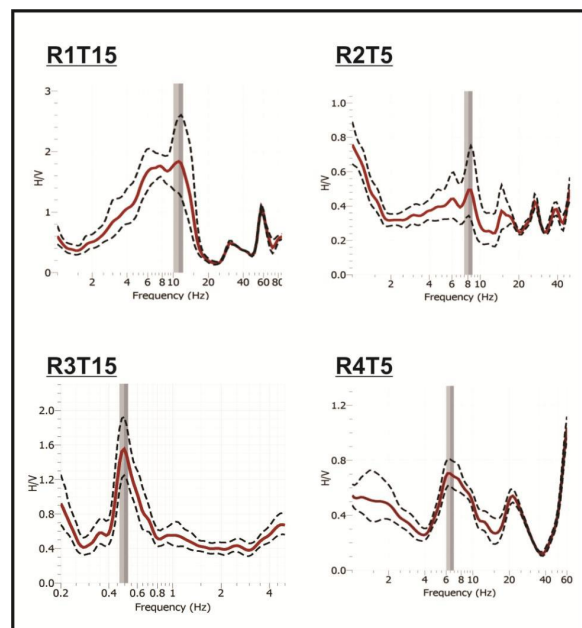
E. Pengolahan Data Mikrotremor Tanah

Data hasil pengukuran lapangan merupakan data mentah (raw data) yaitu data getaran tanah dalam fungsi waktu.

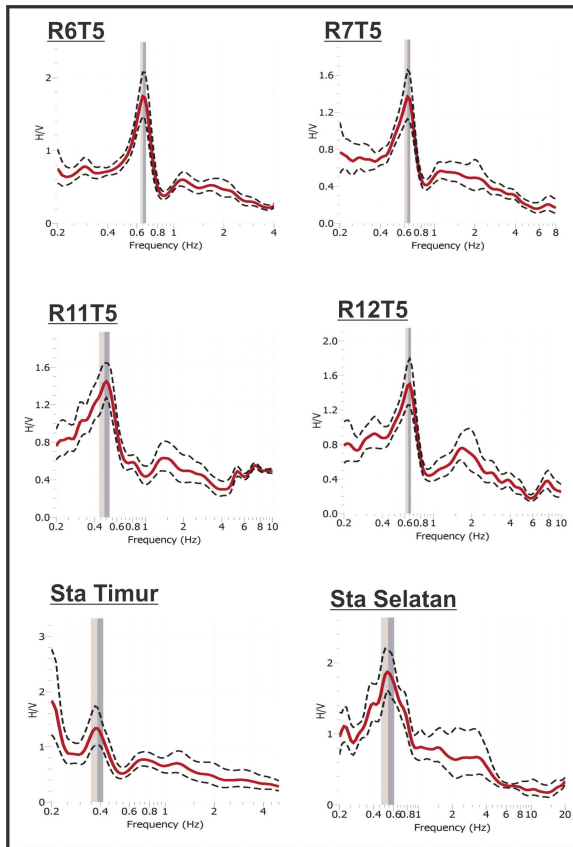
Data mikrotremor hasil pengukuran diolah dengan menggunakan software Geopsy untuk mendapatkan kurva Horizontal to Vertical Spectrum Ratio (HVSR). Hasil analisis tanah dengan teknik HVSR tersebut berupa frekuensi dominan dan amplifikasi.

III. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data dilakukan pada 39 titik. Dari 39 titik diperoleh 10 titik dengan frekuensi dominan \approx 12 Hz yaitu R1T15, R2T5, R3T15, R4T5, R6T5, R7T5, R11T5, R12T5, Sta Timur dan Sta Selatan.



Gambar 7: Spektrum H/V pada pengukuran radial yaitu di titik R1T15, R2T5, R3T15 dan R4T5.



No. Stasiun	Koordinat		Frekuensi Dominan (f ₀)	Amplifikasi (-4)
	Latitude	Longitude		
R1T5	7° 7' 3.85"	111° 7' 25.19"	11.1227	1.8374
R2T5	7° 7' 5.106"	111° 7' 21.126"	8.444716	0.49057
R3T5	7° 7' 8.44"	111° 7' 22.71"	0.502413	1.53705
R4T5	7° 7' 5.262"	111° 7' 18.012"	6.43059	0.702875
R6T5	7° 7' 4.842"	111° 7' 16.704"	0.655285	1.73965
R7T5	7° 7' 4.02"	111° 7' 16.52"	0.63487	1.36519
R11T5	7° 7' 2.592"	111° 7' 17.172"	0.496295	1.481132
R12T5	7° 7' 3.048"	111° 7' 16.782"	0.654439	1.48925
Sta. Timur	7° 7' 1.266"	111° 7' 22.254"	0.370955	1.33187
Sta. Selatan	7° 7' 7.7"	111° 7' 16.47"	0.531218	1.86435

Gambar 9: Nilai Frekuensi Dominan dan Amplifikasi

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diuraikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai frekuensi dominan (f_0) untuk wilayah sekitar Bledug Kuwu adalah antara 0,370 sampai 11,122 Hz dengan rata-rata dibawah 0,7 Hz.
2. Nilai frekuensi dominan terendah yaitu 0,37 Hz berada di titik sta. Timur dan yang yaitu frekuensi 8,44 berada di titik R2T5
3. Nilai puncak HVSr atau Amplifikasi berkisar antara 0,49 – 1,86.

V. Saran

Pengambilan data untuk teknik Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) diperlukan data yang benar-benar jauh dari noise agar mendapatkan data yang baik.

REFERENSI

[1] Mustain, M., 2006, Fenomena gunung lumpur dan estimasi volume cadangan lumpur Sidoarjo, Prosiding ISNU, ISSN:1829-6513, Vol. 2, No. 1.

[2] Mufida, A., Santosa, B.J., Warnana, D.D., 2013, Profiling Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Surabaya Berdasarkan Pengolahan Data Mikrotremor, Jurusan

Gambar 8: Spektrum H/V pada pengukuran radial yaitu di titik R4T5, R5T5, R6T5, R7T5, R8T5 dan R11T5.

Dari gambar-gambar H/V diatas diperoleh nilai frekuensi resonansi dan amplifikasi. Dari gambar-gambar H/V diatas diperoleh nilai frekuensi dominan dan amplifikasi seperti pada Tabel 1.

- Fisika, Fakultas IPA, Institut Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [3] Nakamura, Y., 1989, A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Sub-surface using Microtremor on The Ground Surface, Quarterly Report of RTRI, Vol. 30 No.1, 25 – 33.
- [4] Nakamura, Y., 1996, Real Time Information Systems for Seismic Hazards Mitigation UrEDAS, HERAS and PIC, Quarterly Report of RTRI, Vol.37, No. 3, 112-127.
- [5] Nakamura, Y., 2000, Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's, System and Data, Research Co.Ltd., 3-25-3 Fujimedia, Kunitachi-shi, Tokyo.
- [6] Nakamura, Y., Sato, T., and Nishinaga, M., 2000, Local Site Effect of Kobe Basedon Microtremor Measurement, Proceeding of the Sixth International Conference on Seismic, Zonation EERI, Palm Springs California.
- [7] Nakamura, Y., 2008, On the H/V Spectrum. The 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.
- [8] Peta DEM (Digital Elevation Model) <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/listImages.asp> diakses pada tanggal 23 september 2014 via google.
- [9] Peta Geologi Grobogan <http://jdsd.grobogan.go.id> diakses 17 juli 2014 via google
- [10] Sungkono., 2011, Inversi terpisah dan simultan dispersi gelombang Rayleigh dan Horizontal-to-Vertical Spectra Ratio menggunakan algoritma genetik, Tesis, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.