

## Upaya Mitigasi Bencana Longsor Jalan Lintas Bengkulu-Kepahiang Berdasarkan Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ )

Indah Dwi Natasya<sup>1</sup>, Miranda Puspa Larang<sup>1</sup>, Elona Gita Gatra Putri<sup>1</sup>, Refrizon<sup>\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Geofisika, Universitas Bengkulu, Indonesia

### ARTICLE INFO

Riwayat Artikel:

Draft diterima: 08 04 2022

Revisi diterima: 30 05 2022

Diterima: 07 06 2022

Tersedia Online: 14 06 2022

Corresponding author: [refrizon@unib.ac.id](mailto:refrizon@unib.ac.id)

### ABSTRAK

Provinsi Bengkulu adalah provinsi yang rawan akan adanya bencana alam. Salah satu kejadian bencana alam adalah longsor yang terjadi di kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. Kabupaten Bengkulu Tengah Berada pada topografi yang berada pada elevasi 96 sampai 880 mdpl. Daerah Bengkulu tengah juga memiliki curah hujan yang tinggi dengan rata-rata 235-280 mm/tahun sehingga akan memperbesar potensi terjadinya gerakan tanah atau longsor. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peta sebaran  $V_s$  di Jalan Lintas Bengkulu-Kepahiang Kabupaten Bengkulu Tengah sebagai upaya mitigasi bencana geologi. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai upaya mitigasi bencana geologi dan dapat memberikan informasi berupa peta untuk masyarakat tentang daerah yang rawan terhadap gerakan tanah di Jalan Bengkulu-Kepahiang Kabupaten Bengkulu Tengah. Penelitian ini melibatkan data pengukuran mikrotremor yang sudah pernah dilakukan pada 80 titik di jalan lintas Bengkulu Tengah-Kepahiang (daerah pegunungan). Setelah mendapat nilai  $V_s$ , maka dilakukan pembuatan peta sebaran  $V_s$  dengan menggunakan Surfer dan ArcGis. Berdasarkan hasil penelitian gelombang geser sampai kedalaman 30 meter ( $V_s30$ ) di jalan lintas Bengkulu-Kepahiang pada kedalaman 0 sampai 30 meter tersebut memungkinkan terjadi longsor, tetapi pada kedalaman 0 – 5 meter nilai rata rata  $V_s$  relatif rendah-sedang (kelas D dan E) sehingga daerah tersebut memiliki kemungkinan rawan terjadi longsor tetapi pada kedalaman tanah yang dangkal.

Kata Kunci: Longsor, Kecepatan Gelombang Seismik ( $V_s$ ), Peta Kerentanan Bencana Geologi.

### ABSTRACT

*Bengkulu Province is a province that is prone to natural disasters. One of the natural disasters is a landslide that occurred in Bengkulu Tengah district, Bengkulu Province. Central Bengkulu Regency Located in the topography with elevation 96 to 880 masl. The central Bengkulu area also has high rainfall with an average of 235-280 mm/year so it will increase the potential for land movements or landslides. This study was conducted to determine the distribution map of  $V_s$  on the Bengkulu-Kepahiang Cross Road, Central Bengkulu Regency as an effort to mitigate geological disasters. The benefit of this research is that it can be used as an effort to mitigate geological disasters and can provide information in the form of maps for the community about areas prone to landslides on Jalan Bengkulu-Kepahiang, Central Bengkulu Regency. This study involved microtremor measurement data that had been carried out at 80 points on the Bengkulu Tengah-Kepahiang causeway (mountainous area). After getting the value of  $V_s$ , then the  $V_s$  distribution map is made using Surfer and ArcGis. Based on the results of the research, shear waves up to a depth of 30 meters ( $V_s30$ ) on the Bengkulu-Kepahiang causeway at a depth of 0 to 30 meters allow landslides to occur, but at a depth of 0-5 meters the average value of  $V_s$  is relatively low-moderate (classes D and E). so that the area has the possibility of being prone to landslides but at shallow soil depths.*

Keywords: Landslide, Shear Wave Velocity ( $V_s$ ), Geological Disaster Vulnerability Map.

## 1. PENDAHULUAN

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, salah satu kejadian tanah longsor berada di Kabupaten Bengkulu Tengah yang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Bengkulu. Tanah longsor mengakibatkan jalur lintas di Kabupaten Bengkulu Tengah, yaitu Jalan Lintas Bengkulu-Kepahiang yang melewati daerah Bengkulu Tengah terganggu. Berdasarkan data DEM, topografi di Jalur Lintas Bengkulu-Kepahiang berada pada elevasi 96 sampai 880 mdpl [8]. Daerah Bengkulu tengah juga memiliki curah hujan yang tinggi rata-rata 235-280 mm/tahun sehingga akan memperbesar potensi terjadinya gerakan tanah atau longsor [7].

Longsor merupakan pemindahan material pembentuk lereng berupa batuan atau tanah yang bergerak ke bawah atau keluar lereng dikarenakan kondisi lahan yang tidak seimbang. Gerakan tanah merupakan salah satu proses geologi yang terjadi akibat interaksi beberapa kondisi antara lain geomorfologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. Kondisi tersebut akan saling berpengaruh sehingga membuat kondisi lereng yang cenderung bergerak [4]. Longsor memiliki dampak yang buruk bagi kehidupan, diantaranya dapat menimbulkan korban jiwa, membuat kerusakan lahan, terganggunya ekosistem dan vegetasi penutup lahan, terjadinya kerusakan infrastruktur seperti bangunan, jalan dan jembatan [6]. Kondisi geologi batuan disuatu tempat dapat diestimasi berdasarkan survei mikrotremor [5]. Mikrotremor merupakan getaran lemah dari tanah yang disebabkan gangguan alam atau buatan seperti angin, gelombang laut, lalu lintas, dan mesin industri. Salah satu penelitian yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi geologi batuan serta perlapisannya adalah sifat kecepatan gelombang geser.

Berdasarkan [3], peneliti ini melakukan penelitian tentang percepatan getaran tanah maksimum menggunakan pendekatan *Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)* di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu didapatkan bahwa nilai percepatan getaran tanah maksimum di daerah Kabupaten Kepahiang untuk probabilitas terlampaui 10% adalah 0,15 sampai 0,8 g dan probabilitas terlampaui 2% adalah 0,25 sampai 1,3 g. Penelitian ini menunjukkan nilai PGA di wilayah ini bervariasi dari rendah sampai tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah di Kabupaten Kepahiang berpotensi mengalami gerakan tanah.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa daerah di Kaki Bukit Barisan berpotensi mengalami gerakan tanah. Namun, penelitian sebelumnya dilakukan berdasarkan nilai PGA, Kg dan GSS secara menyeluruh di sepanjang jalan lintas Bengkulu-Kepahiang. Oleh karena itu, untuk melanjutkan penelitian tersebut kami ingin mengetahui lapisan kecepatan gelombang geser (Vs) menggunakan *win-HVSR* sehingga terlihat struktur lapisan bawah tanah di sepanjang jalan lintas Bengkulu-Kepahiang. Mengetahui nilai kecepatan gelombang geser (Vs) ini sangat penting karena berhubungan dengan ketahanan suatu area terhadap gempa bumi. Letak lokasi pun menentukan besar kecilnya kecepatan geser yang dimiliki. Pengolahan data menggunakan *software geopsy* dimana proses pengolahannya lebih sederhana dan mudah. Nilai Vs didapat berdasarkan nilai faktor amplifikasi ( $A_0$ ) dan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dari data penelitian sebelumnya, lalu pada *win-HVSR* dilakukan forward modelling yang menghasilkan output lapisan Vs. Selain itu, kami juga membuat peta kerentanan bencana geologi berdasarkan nilai Vs menggunakan *surfer dan Arcgis*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peta sebaran Vs di Jalan Lintas Bengkulu-Kepahiang Kabupaten Bengkulu Tengah sebagai upaya mitigasi bencana geologi. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai upaya mitigasi bencana geologi dan dapat memberikan informasi berupa peta untuk masyarakat tentang daerah yang rawan terhadap gerakan tanah di Jalan Bengkulu-Kepahiang Kabupaten Bengkulu Tengah. Penelitian ini akan menghasilkan peta mikrozonasi bencana longsor berdasarkan nilai Vs yang didapat dari data mikrotremor yang telah ada sebelumnya sehingga dapat mengetahui kondisi bawah permukaan daerah penelitian dan dapat mengurangi bahaya yang ditimbulkan dari longsor.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengukuran dilakukan pada koordinat  $101^{\circ} 32' - 102^{\circ} 8' BT$  dan  $2^{\circ} 5' - 4^{\circ} LS$  yang bertepatan dengan daerah rawan longsor jalan lintas Bengkulu-Kepahiang. Penelitian ini menggunakan 80 titik pengukuran yang ditempatkan pada 20 lokasi dengan masing-masing lokasi pengukuran dilakukan 4 kali pengukuran, dua titik di sebelah kiri jalan dan dua titik di sebelah kanan jalan. Pembagian tiap titik tersebut berada di kiri dan kanan jalan lintas Bengkulu-Kepahiang. Kegiatan penelitian meliputi survei lapangan sebagai langkah awal untuk menentukan lokasi penelitian dan titik-titik pengukuran.

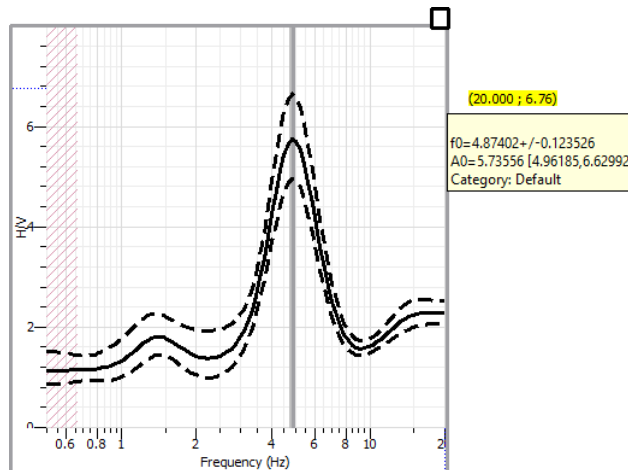
Peralatan utama dalam penelitian ini yaitu Satu unit *Seismometer Portable Short Period* yang terdiri dari Seismometer PASI Mod Gemini 2 Sn-1405 untuk merekam data getaran tanah. Peralatan pendukung berupa laptop untuk pengolahan data, kompas untuk menentukan arah utara-selatan pada Seismometer *portable short period*, *Accumeter* sebagai sumber arus DC, *Global Positioning System (GPS)* untuk penentuan posisi, dan meteran untuk pengukuran jarak titik lokasi penelitian. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan perangkat lunak untuk pengolahan data seperti *Microsoft Office Excel*, *Geopsy*, *google Earth*, *Surfer 13* dan *software ArcGis 10.4*.

Proses pengambilan data diawali dengan penentuan lokasi lintang dan bujur yang sebelumnya ditentukan di survei lapangan. Selanjutnya, dilakukan Pengoperasian alat *seismometer portable short period* untuk merekam gerakan tanah dengan memperhatikan arah utara-selatan menggunakan kompas. Proses pengukuran dilakukan selama 30 menit dengan jarak antar titik penelitian  $\pm 1,5$  km. Hasil akhir dari proses pengambilan data berupa data pasif rekaman getaran tanah dengan format DAT.

Pengolahan data menggunakan *software geopsy* yang diawali dengan menginput data hasil rekaman Seismometer PASI Mod Gemini 2 Sn-1405 format DAT. Proses selanjutnya yaitu tahap *windowing* untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A_0$ ). Selain itu, diperlukan proses *smoothing* untuk memperhalus kurva H/V yang didapat melalui metode HVSR. Kurva H/V yang didapat selanjutnya diolah menggunakan *software dinver* melalui proses inversi untuk mendapatkan nilai kecepatan gelombang gesernya ( $V_s$ ). Setelah mendapat nilai  $V_s$ , maka dilakukan pembuatan peta sebaran  $V_s$  dengan menggunakan *Surfer* dan *ArcGis*. Tahap analisa data meliputi analisa sebaran  $V_s$  di Jalan Lintas Bengkulu-Kepahiang dengan memperhatikan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A_0$ ) yang diperoleh dari tiap titik pengukur. Tinggi rendahnya nilai  $V_s$  ditentukan oleh nilai  $A_0$  dan  $f_0$ , sehingga hasil nilai  $V_s$  dapat menentukan besar kecilnya potensi terjadinya gerakan tanah/longsor dan potensi kerusakan pada wilayah penelitian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

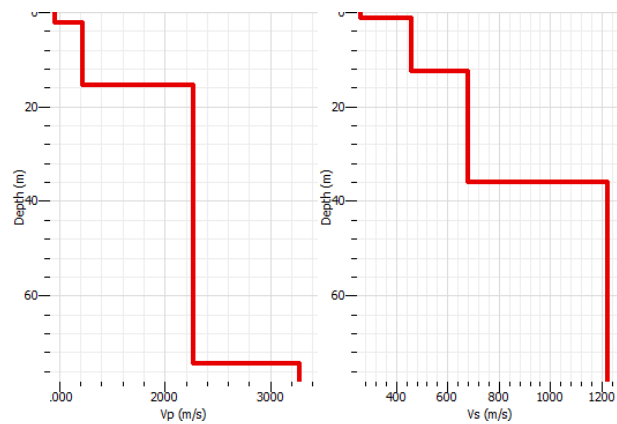
Dari hasil tahap *windowing* menampilkan nilai  $f_0$  dan  $a_0$  yang dilihat dari kurva H/V. Setelah itu, dilakukan pengujian kebenaran kurva menggunakan 3 syarat SESAME, apabila ketiga syarat tersebut terpenuhi, maka kurva H/V dapat dipercaya.



Gambar 1. Kurva H/V pada titik L4D

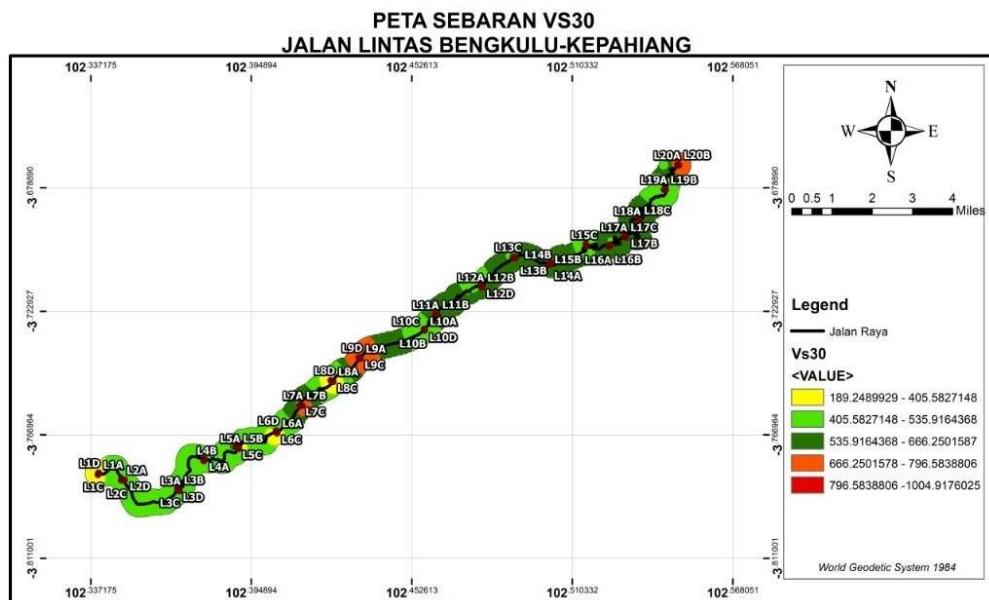
Gambar 1 menunjukkan kurva H/V pada salah satu titik lokasi penelitian. Kurva HVSR dikatakan bagus apabila kurva tersebut memiliki puncak yang jelas dan deviasi kurva mendekati rata-rata kurva HVSR. Nilai frekuensi merupakan kebalikan dari periode (waktu) sehingga bisa disimpulkan bahwa nilai frekuensi dominan yang tinggi menunjukkan bahwa lapisan batuan di daerah tersebut dangkal dan nilai frekuensi dominan yang rendah menunjukkan bahwa lapisan batuan di daerah tersebut dalam. Nilai  $f_0$  pada jalan lintas Bengkulu-Kepahiang bervariasi, yaitu mulai dari 1.15271 Hz – 19.9884 Hz. Nilai  $f_0$  terendah berada pada titik L7C dan yang tertinggi berada pada titik L14A.

Berdasarkan [2] dapat diketahui bahwa jenis batuan pada jalan lintas Bengkulu-Kepahiang adalah batuan alluvial. Nilai amplifikasi dipengaruhi oleh variasi formasi geologi, ketebalan, sifat fisika lapisan tanah dan batuan pada daerah tersebut. Apabila daerah tersebut memiliki faktor amplifikasi yang tinggi maka tingkat kepadatan batuan berkurang. Nilai rata-rata faktor jalan lintas Bengkulu-Kepahiang adalah sedang dengan rentang nilai  $3 \leq$  amplifikasi  $< 6$ . Nilai tertinggi faktor amplifikasi adalah 1.0272 pada titik L19 D dan nilai terendah adalah 8.84722 pada titik L18D. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa titik 19 D memiliki tingkat kepadatan batuan yang besar dan titik L18D memiliki kepadatan batuan yang kecil. Kurva H/V yang didapat dari *geopsy* selanjutnya diolah menggunakan *dinver* untuk menemukan data nilai  $V_s$  terhadap kedalaman. Nilai  $V_s$  yang digunakan yaitu nilai  $V_{s30}$ .



Gambar 2. Grafik Nilai Vs terhadap Lapisan pada titik L5A

Gambar 2. menunjukkan nilai Vs terhadap kedalaman pada salah satu titik lokasi. Nilai Vs<sub>30</sub> didapat dari nilai rata-rata Vs pada tiap lapisan yang berada di atas kedalaman 30 meter. Jalan lintas Bengkulu-Kepahiang memiliki nilai Vs<sub>30</sub> yang bervariasi yaitu berkisar antara 190-1005 m/s. Kelas Situs Tanah Berdasarkan Nilai Vs<sub>30</sub> National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) menyatakan bahwa batuan memiliki 5 kelas situs yaitu, A ( $VS_{30} > 1500$ ), B ( $760 < VS_{30} \leq 1500$ ), C ( $360 < VS_{30} \leq 760$ ), D ( $180 \leq VS_{30} \leq 360$ ), E ( $VS_{30} < 180$ ). Semakin rendah nilai Vs<sub>30</sub> maka tanah pada lokasi tersebut akan semakin lembek sehingga mengakibatkan tempat tersebut menjadi rawan. Titik L9B memiliki nilai Vs<sub>30</sub> 190 m/s (kelas situs tanah D) merupakan titik yang memiliki nilai Vs<sub>30</sub> terendah dan memiliki jenis tanah sedang, sedangkan nilai Vs<sub>30</sub> tertinggi berada pada titik L9D dengan nilai Vs<sub>30</sub> 1005m/s (kelas situs tanah B) yang merupakan batuan. Nilai rata-rata Vs<sub>30</sub> yang diperoleh pada jalan lintas Bengkulu Kepahiang relative sedang– tinggi (kelas B, C dan D) sehingga kurang memungkinkan apabila pada kedalaman 0 sampai 30 meter tersebut terjadi longsor, tetapi pada kedalaman 0 – 5 meter nilai rata-rata Vs relative rendah–sedang (kelas D dan E) sehingga daerah tersebut memiliki kemungkinan rawan terjadi longsor tetapi pada kedalaman tanah yang dangkal. Gambar 3 menunjukkan peta sebaran Vs<sub>30</sub> pada jalan lintas Bengkulu-Kepahiang.



Gambar 3. Peta Sebaran Vs<sub>30</sub> Jalan Lintas Bengkulu-Kepahiang

Berdasarkan peta yang telah didapatkan, mikrozonasi ditujukan untuk dapat digunakan sebagai alat perencanaan, di mana kode bangunan (building code) harus tetap diterapkan selama pembangunan suatu proyek. Dengan demikian, peta mikrozonasi dapat digunakan oleh badan perencanaan di Pemerintahan Kota untuk menghindari mendirikan bangunan di daerah yang rawan terjadi bencana longsor. Luaran yang dicapai dalam penelitian ini adalah peta mirozonasi yang berupa sebaran Vs<sub>30</sub> pada 80 titik lokasi penelitian menggunakan software Arcgis dengan metode interpolasi krigging.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian gelombang geser sampai kedalaman 30 meter ( $V_{s30}$ ) di jalan lintas Bengkulu-Kepahiang yaitu titik L9B memiliki nilai  $V_{s30}$  190 m/s (kelas situs tanah D) merupakan titik yang memiliki nilai  $V_{s30}$  terendah dan memiliki jenis tanah sedang. L9D dengan nilai  $V_{s30}$  1005 m/s (kelas situs tanah B) yang merupakan titik yang memiliki nilai  $V_{s30}$  tertinggi dan memiliki jenis batuan. Nilai rata-rata  $V_{s30}$  yang diperoleh pada jalan lintas Bengkulu-Kepahiang relatif sedang-tinggi (kelas B, C dan D) sehingga kurang memungkinkan apabila pada kedalaman 0 sampai 30 meter tersebut terjadi longsor, tetapi pada kedalaman 0 – 5 meter nilai rata-rata  $V_s$  relatif rendah-sedang (kelas D dan E) sehingga daerah tersebut memiliki kemungkinan rawan terjadi longsor tetapi pada kedalaman tanah yang dangkal. Dari penelitian ini didapatkan peta mikrozonasi bencana longsor berdasarkan nilai  $V_s$  sehingga dapat mengetahui kondisi bawah permukaan daerah penelitian dan dapat menjadi salah satu bentuk upaya mitigasi bencana longsor.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada tim peneliti laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu atas bantuan yang diberikan dalam pengambilan data lapangan untuk penelitian ini.

#### 6. REFERENSI

- [1] Anggriani, E.Z. “Pemetaan GSS dan Kg Jalan Lintas Bengkulu-Kepahiang Berdasarkan Metode Mikrotremor Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Geologi”. Skripsi. Bengkulu : Universitas Bengkulu.
- [2] Arifin, S.S., Mulyatno, B.S., Marjiyono, Setianegara, R. 2013. “Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempabumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya”. Skripsi. Lampung: UNILA.
- [3] Hadi, A.I., Brotopuspito, K.S. 2015. “Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum Menggunakan Pendekatan Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu.” Berkala Fisika Vol. 18 No. 3 hal. 101-112.
- [4] Dwikorita Karnawati. 2005. Bencana Alam Gerak Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- [5] Nakamura, Y. 2000. “Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura’s Technique Its Applications.” Japan: System and Data Research.
- [6] Nandi. 2007. Longsor. “Jurusan Pendidikan Geografi. Bandung. FPIPS-UPI.”
- [7] Pemkab Bengkulu Tengah. 2009. Alamat URL: [https://bengkulutengahkab.go.id/?page\\_id=57](https://bengkulutengahkab.go.id/?page_id=57) pada tanggal 10 Maret 2019.
- [8] Suhendra., Sugianto, N., Caniogo, Z.B. 2017. “Distribusi Ground Shear Strain (GSS) Daerah Potensial Gerakan Tanah di Jalur Lintas Bengkulu- Kepahiang (Wilayah Pegunungan)”. Prosiding Seminar Nasional Universitas Riau ke-3. Pekanbaru.