

**PENGARUH BEBAN GEMPA TERHADAP KESTABILAN LERENG TANAH
DAERAH LIWA DAN SEKITARNYA, KABUPATEN LAMPUNG BARAT,
LAMPUNG****Riansyah Widisaputra¹, Zufaldi Zakaria¹, R. Irvan Sophian¹,
Prahara Iqbal², Haryadi Permana²**¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran² Pusat penelitian Geoteknologi, LIPI, Cisitu, Bandung, 40135, Indonesia[*riansyah16001@mail.unpad.ac.id](mailto:riansyah16001@mail.unpad.ac.id)**ABSTRAK**

Daerah Penelitian yang berlokasi di Liwa dan sekitarnya, Lampung Barat merupakan daerah yang cukup sering terjadi bencana tanah longsor (Iqbal, 2018). Selain gaya gravitasi, salah satu penyebab terjadinya gerakan tanah berupa tanah longsor adalah gempa. PGA (*Peak Ground Acceleration*) merupakan percepatan getaran maksimum yang timbul akibat adanya gempa. Litologi daerah penelitian berupa breksi, lava dan tuff bersusunan andesit sampai basalt berdasarkan pada data sekunder. Nilai PGA yang didapat berbeda pada setiap lereng, hal ini disebabkan karena getaran merambat pada media (litologi) yang berbeda-beda pada daerah penelitian. Simulasi analisis kestabilan lereng dilakukan pada kondisi statis dan dinamis. Pada kondisi statis seluruh lereng dalam keadaan stabil, sedangkan pada kondisi dinamis terdapat dua lereng yang mengalami perubahan menjadi labil (Bowles, 1989). Adanya penambahan beban gempa terhadap simulasi analisis kestabilan lereng dinamis berpengaruh kepada penurunan nilai faktor keamanan sebesar $\frac{1}{3}$ sampai $\frac{1}{2}$ dibandingkan pada kondisi statis.

Kata kunci : Liwa, Lampung Barat, Longsor, Gempa, PGA, Analisis Kestabilan Lereng**ABSTRACT**

The study area located in Liwa and its surroundings, West Lampung is an area that is quite common in landslides (Iqba, 2018). Besides gravity force, earthquake was one of the causes of land movements. PGA (Peak Ground Acceleration) is the maximum acceleration of vibration that arises from an earthquake. The lithology of study area consisting of breccias, lava and tuff composed andesitic-basalt based on secondary data. PGA values obtained are different on each slope, it happen because the vibrations spread in different media (lithology) in the study area. Slope stability analysis simulation was done in static and dynamic conditions. In static conditions, all slopes were stable, whereas on dynamic conditions, two slopes became unstable (Bowles, 1989). Seismic load on dynamic simulation cause a decrease value of the safety factor of 1/3 to 1/2 compared to the static conditions.

Keywords : Liwa, West Lampung, Landslide, Earthquake, PGA, Slope Stability Analysis

PENDAHULUAN

Berdasarkan kepada undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana geologi merupakan bencana alam yang disebabkan oleh faktor-faktor geologi, diantaranya adalah tsunami, gunung api, gempa bumi dan gerakan tanah.

Selain gaya gravitasi, salah satu penyebab terjadinya gerakan tanah adalah gempa. Selama berlangsungnya gempa partikel-partikel yang menempel di bumi akan bergerak bolak-balik agak tidak teratur. Pergerakan ini dapat diartikan adanya perubahan akselerasi mengenai suatu massa, maka terjadi suatu gaya, dalam hal ini gaya berhubungan dengan *Peak Ground Acceleration* (PGA). PGA merupakan percepatan batuan dasar yang timbul akibat adanya gempa.

Daerah Penelitian yang berlokasi di Liwa, Lampung Barat merupakan daerah yang cukup sering terjadi bencana tanah longsor (Iqbal, 2018) , dan daerah penelitian ini berdasarkan kepada Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah yang dibuat oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), didominasi oleh Zona Kerentanan Tanah Rendah sampai Menengah, dan pada beberapa daerah terdapat Zona Tinggi. Sehingga potensi adanya bencana tanah longsor mungkin terjadi. Selain itu, daerah penelitian termasuk kedalam Kawasan Rawan Bencana Gempabumi yang

didominasi oleh kawasan rawan bencana gempabumi tinggi berdasarkan Peta Kawasan Rawan Bencana Gempabumi PVMBG.

LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada pada Daerah Liwa, Kabupaten Lampung Barat. Secara geografis terletak pada koordinat $104^{\circ}09'6,83'' - 104^{\circ}33'44,78''$ BT dan $-4^{\circ}54'21,12'' - -5^{\circ}08'42,35''$ LS. Liwa merupakan ibukota dari Kabupaten Lampung Barat yang terletak pada bagian tengah dari Lampung Barat dan merupakan tempat persimpangan lalu lintas jalan darat dari berbagai arah yaitu Sumatra Selatan, Bengkulu dan Lampung. Waktu penelitian dimulai pada bulan maret sampai Juni 2020.

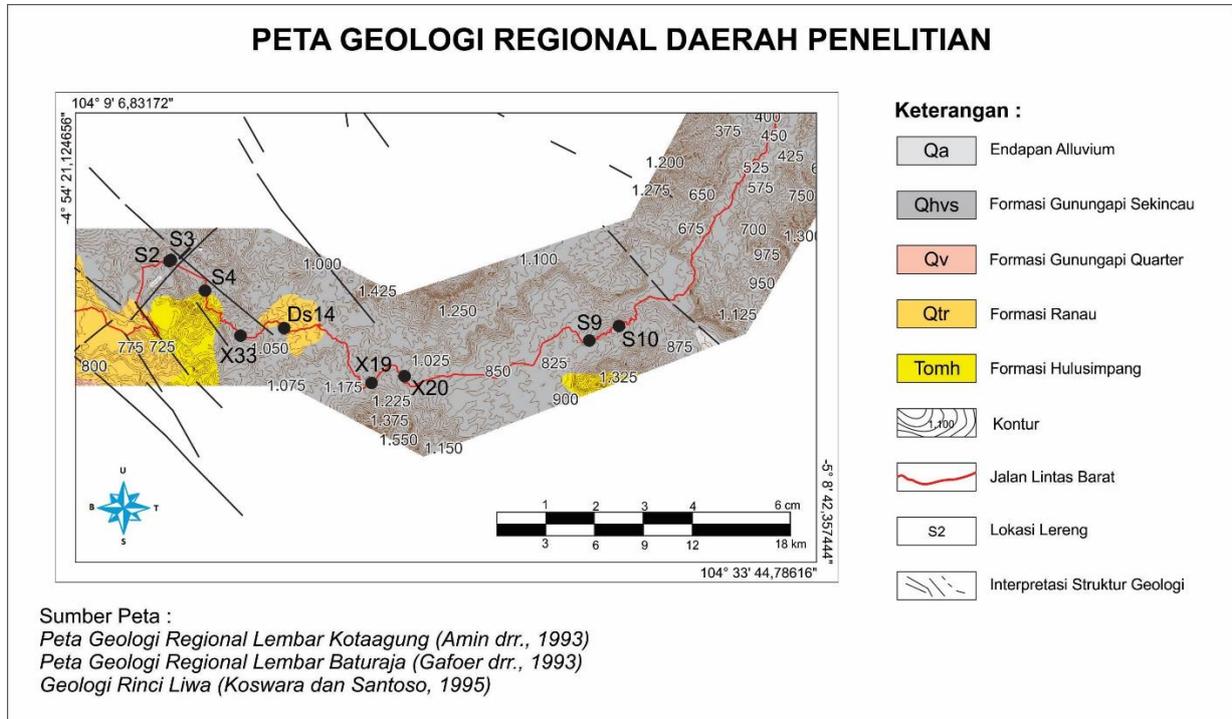
GEOLOGI REGIONAL

Formasi geologi pada wilayah daerah penelitian ini menurut Amin dkk. (1988) (Lembar Kotaagung) dan Pardede dan Gafur (1986) (Lembar Baturaja) tersusun oleh beberapa formasi, dari tua ke muda sebagai berikut: Formasi Hulusimpang (Tomh), Formasi Ranau (Qtr), Formasi Gunung Api Kuarter (Qv), dan Endapan Aluvium (Qa) (Mulyono dan Iqbal, 2015).

Terdapat 9 lereng pada daerah penelitian, yang termasuk kedalam Formasi Gunungapi Sekincau (Qhvs) yang berwarna abu – abu tua pada peta geologi daerah penelitian (Gambar 1), formasi ini merupakan formasi termuda pada daerah penelitian dengan umur antara plistosen-holosen dan diendapkan pada lingkungan darat. Formasi gunungapi sekincan tersusun oleh breksi, lava dan tuf bersusunan andesit sampai basalt. Breksi berwarna abu-abu kehitaman, agak kompak, terpilah buruk, berukuran kerikil

sampai bongkah, bentuk menyudut sampai menyudut tanggung yang terdiri atas andesit, basal, dan batuapung. Tuf berwarna abu-abu kecoklatan, berbutir

kasar yang berbentuk menyudut tanggung, terpilah buruk, agak kompak, komposisi andesit, basal, gelas, dan oksida besi (Mulyono dan Iqbal, 2015).



Gambar 1 Peta Geologi Regional Daerah penelitian (sumber : Iqbal, 2020)

METODE PENELITIAN

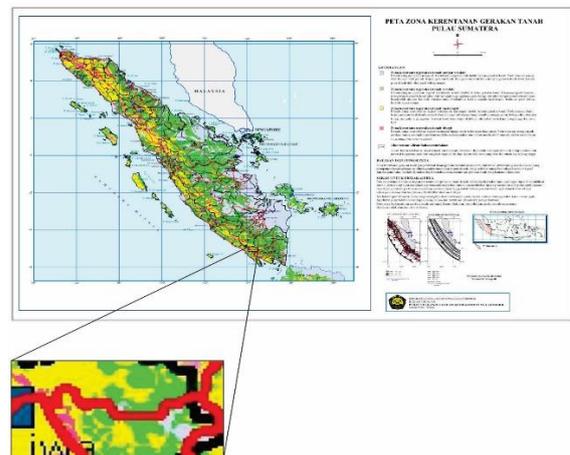
Dalam pengolahan data serta simulasi lereng, digunakan *software Slide 6.0*. Analisis kestabilan lereng dilakukan dengan metode kesetimbangan batas Bishop dengan kriteria Mohr-Coloumb. Dimana data *material properties* yang digunakan diantaranya kohesi, sudut geser dalam, serta berat jenis dari masing masing material tersebut. Untuk data nilai PGA dari masing - masing lereng, diambil melalui website : <http://rsapuskim2019.litbang.pu.go.id/>.

HASIL DAN PEMBAHASAN
Kondisi Geologi Teknik

Daerah penelitian tersusun oleh dua jenis tanah yaitu tanah lanau plastisitas tinggi (MH) dan tanah lempung plastisitas tinggi (CH) berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*). Tanah pada daerah penelitian ini berjenis residual, atau

yang terbentuk akibat pelapukan kimiawi.

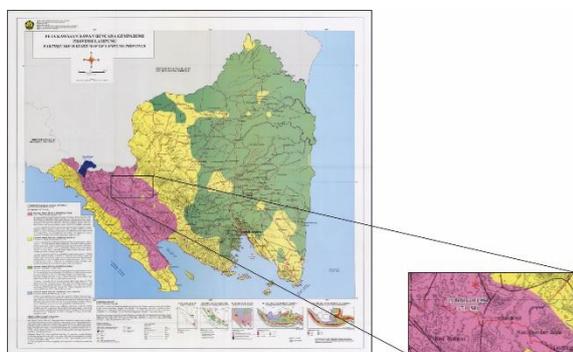
Kerentanan gerakan tanah merupakan tingkat rentan atau tidaknya suatu daerah akan terkena gerakan tanah. Analisis kerentanan gerakan tanah pada daerah penelitian dilakukan dengan meninjau Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Pulau Sumatera yang diterbitkan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG).



Gambar 2 Peta Zona Kerentanan Tanah Daerah Penelitian

Berdasarkan pada peta tersebut (Gambar 2) maka daerah penelitian dapat diinterpretasi memiliki tiga zona kerentanan gerakan tanah. Terdapat zona rendah (berwarna hijau), menengah (berwarna kuning), dan juga tinggi (berwarna merah muda). Zona kerentanan gerakan tanah hijau dan kuning mendominasi pada daerah penelitian ini, yang berarti gerakan tanah berdimensi kecil dapat terjadi dan gerakan tanah lama dapat terjadi kembali apabila terjadi curah hujan tinggi dan erosi yang kuat. Selain itu, terdapat beberapa bagian yang termasuk kepada zona kerentanan gerakan tanah tinggi, yang berarti pada bagian tersebut gerakan tanah sering terjadi, sedangkan gerakan tanah lama dan baru masih aktif bergerak, akibat curah hujan yang tinggi dan erosi yang kuat.

Klasifikasi kawasan rawan Bencana gempabumi dilakukan untuk menentukan kelas seberapa rawan bencana gempabumi dapat terjadi pada suatu daerah. Analisis kawasan rentan bencana gempabumi pada daerah penelitian dilakukan dengan meninjau Peta Kawasan Rawan Bencana Gempabumi Pulau Sumatera yang diterbitkan oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG).



Gambar 3 Peta Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi Daerah Penelitian

Berdasarkan pada peta tersebut (Gambar 3) maka daerah penelitian dapat diinterpretasi memiliki dua kawasan rawan bencana gempabumi, yaitu kawasan tinggi (merah muda) yang berarti kawasan ini berpotensi terlanda guncangan gempabumi dengan intensitas lebih dari VIII MMI (*Modified Mercalli Intensity*). Kawasan ini berpotensi terjadi retakan tanah, pelulukan, longsor pada tebing terjal dan pergeseran tanah. Kawasan menengah (kuning) juga terdapat pada daerah penelitian yang berarti kawasan ini berpotensi terlanda guncangan gempabumi dengan intensitas berkisar antara V- VIII MMI (*Modified Mercalli Intensity*). Kawasan ini masih berpotensi terjadi retakan tanah, longsor pada tebing terjal dalam skala terbatas.

HASIL UJI LAB

Berdasarkan hasil pengujian sifat mekanik tanah, daerah penelitian memiliki kohesi sebesar $16,9 \text{ Kn/m}^2$ - $113,37 \text{ Kn/m}^2$ dan memiliki sudut geser dalam sebesar $18,602^\circ$ - $35,789^\circ$. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian sifat fisik pada tanah daerah penelitian didapatkan berat isi tanah jenuh $1,27 \text{ g/cm}^3$ - $1,76 \text{ g/cm}^3$. Ketiga sifat tersebut merupakan *material properties* yang digunakan dalam simulasi analisis kestabilan lereng.

NILAI PGA

Nilai beban gempa yang digunakan dalam penelitian ini adalah koefisien gempa yang besarnya 0,5 PGA (Kavazanjan, 1997). Data PGA diperoleh dengan cara mengakses website resmi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (<http://rsapuskim2019.litbang.pu.go.id/>).

Tabel 1 Nilai PGA Tiap Lereng

NO	Lereng	Nilai PGA (g)	Nilai Koefisien Seismik α
1	S2	0,5972	0,2986
2	S3	0,597	0,2985
3	S4	0,608	0,304
4	X33	0,6407	0,32035
5	DS14	0,6264	0,3132
6	X20	0,5905	0,29525
7	X19	0,5788	0,2894
8	S9	0,4948	0,2474
9	S10	0,4614	0,208

Nilai PGA memiliki nilai yang berbeda-beda (Tabel 1) hal ini terjadi karena PGA sendiri merupakan percepatan getaran maksimum yang disebabkan oleh gempa bumi, oleh karena itu getaran yang disebabkan oleh gempa tadi menyebar ke segala penjuru permukaan bumi, getaran ini melalui media yang berbeda beda. Sesuai pada litologi yang terdapat pada daerah penelitian berupa breksi, lava dan tuf bersusunan andesit-basalt, maka dari itu nilai getaran akan berbeda ketika merambat melalui masing-masing litologi. Selain itu ketebalan dari lapisan penutup (tanah) dan juga kekerasan batuan juga berpengaruh terhadap adanya perbedaan dari nilai PGA dari tiap lereng (Refrizon, dkk. 2013).

TITIK GEMPA

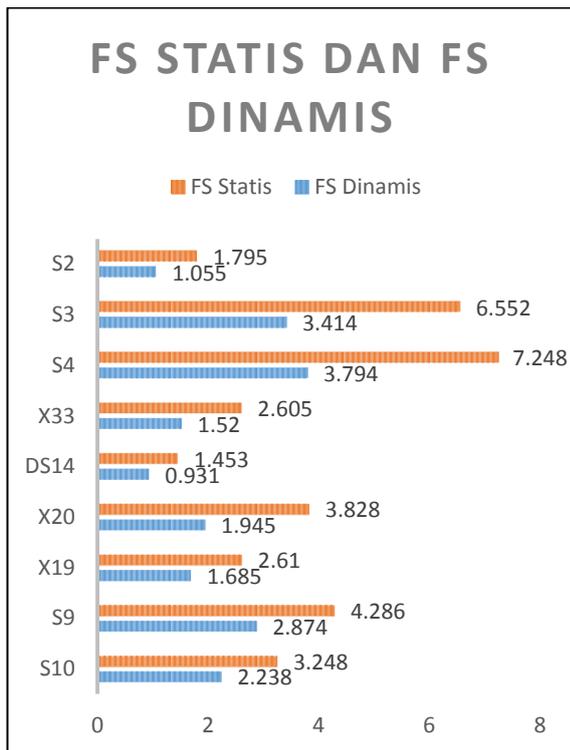
Data kejadian gempa disekitar daerah penelitian diambil sepanjang 10 tahun kebelakang, yaitu pada tahun 2010 sampai dengan 2020 pada website USGS (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>) dengan kekuatan M 4.1 – M 5.7. Magnitudo adalah sebuah kekuatan gempa dan menggambarkan besarnya energi yang

terlepas pada saat gempa sedang berlangsung yang telah terekam oleh seismograf. Berdasarkan kepada lokasi episenter gempa, maka gempa yang terjadi merupakan gempabumi yang terjadi akibat aktivitas sesar lokal setempat, dan berdasarkan pada kedalaman hiposenternya maka gempa pada daerah penelitian ini termasuk ke dalam gempabumi dangkal sampai menengah (10 – 208,1 km).

Faktor geologi yang ditinjau pada penelitian ini adalah litologi dan struktur geologi pada daerah penelitian. Daerah penelitian memiliki litologi yang didominasi oleh breksi, lava, dan tuff bersusunan andesit sampai basalt berdasarkan data geologi regional, berdasarkan data litologi ini maka kita dapat mengetahui bahwa adanya variasi litologi pada daerah penelitian yang menjadi salah satu faktor penyebab adanya variasi nilai PGA. Hal ini dapat dilihat pada titik yang diambil pada Gunung Ulusabuk dan juga Bukit Benatan, nilai dari PGA pada titik tersebut relatif lebih rendah dibandingkan dengan nilai PGA pada titik yang lain. Ketersediaan batuan yang relatif keras dan resistensinya kuat pada daerah sekitar puncak gunung menyebabkan nilai dari percepatan getaran yang direkam oleh alat *Accelerograph* (instrumen untuk merekam guncangan tanah yang sangat kuat) menjadi lebih rendah. Umumnya saat terjadi letusan gunung berapi material-material vulkanik yang relatif lebih kasar / berat akan terendapkan tidak jauh dari asalnya, sedangkan material yang relatif lebih halus / ringan akan terendapkan jauh dari asalnya, hal ini berkaitan dengan energi transportasinya. Maka dari itu kemungkinan litologi pada titik yang diambil pada Gunung Ulusabuk dan Bukit Benatan berupa breksi maupun lava, sedangkan litologi pada lereng – lereng

ANALISIS KESTABILAN LERENG

Analisis kestabilan lereng dilakukan dengan cara melakukan simulasi pada program *Slide* 6.0, dengan dua kondisi yaitu kondisi saat lereng dalam keadaan statis dan saat lereng dalam keadaan dinamis (diberi beban gempa). Lalu ditentukan klasifikasi dari nilai FS (*Factor of Safety*) tiap lereng berdasarkan Bowles (1989).



Gambar 5 Diagram Perbandingan Nilai FS Statis dan Dinamis.

Setelah dilakukan simulasi analisis kestabilan lereng, pada kondisi statis, lereng yang paling stabil adalah lereng S4 dengan nilai FS statis tertinggi yaitu 7,428. Lereng S4 merupakan tanah lanau plastisitas tinggi dengan nilai kohesi 0,716 Kg/cm² dan nilai sudut geser dalam 34,96°. Dengan nilai sifat mekanika tanah yang tinggi pada tubuh lereng S4, akan meningkatkan gaya penahan pada tubuh lereng sehingga dihasilkan nilai FS yang sangat tinggi. Sedangkan lereng DS14 memiliki nilai FS statis terendah diantara

lereng lainnya, yaitu 1,453. Rendahnya nilai FS statis pada lereng DS14 diantara lereng lainnya disebabkan oleh nilai kohesi yang sangat rendah diantara lereng lainnya, yaitu 0,177 Kg/cm². Namun lereng DS14 masih termasuk dalam lereng dengan keadaan stabil berdasarkan Bowles (1989).

Pada kondisi dinamis, lereng S4 memiliki nilai FS tertinggi yaitu 3,794 dengan nilai PGA 0,608 g dan penurunan nilai FS sebesar 48,9%. Lereng DS14 merupakan lereng dengan nilai FS terendah setelah diberi beban gempa yaitu 0,931 dengan nilai PGA 0,6264 g. Lereng DS14 yang semula dalam keadaan stabil menjadi labil setelah diberi beban gempa. Lereng lainnya yang berubah keadaannya yaitu lereng S2 yang semula pada kondisi statis dalam keadaan stabil dengan nilai FS 1,795, setelah diberi beban gempa lereng ini berubah menjadi keadaan labil dengan nilai FS 1,055.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi analisis kestabilan tiap lereng, pada kondisi statis, semua lereng pada daerah penelitian termasuk ke dalam keadaan stabil menurut Bowles (1989). Nilai FS statis berkisar antara 1,453 - 7,248. Lalu, pada kondisi dinamis (setelah diberi beban gempa) lereng S3, S4, X33, X20, X19, S9, dan S10 tetap dalam keadaan stabil, sedangkan lereng S2 dan DS14 yang semula dalam keadaan stabil berubah menjadi labil dengan nilai FS 1,055 dan 0,931.

Setelah dilakukan perhitungan presentase penurunan nilai FS maka didapatkan presentase penurunan nilai FS berkisar antara 31% - 49,2%. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa pengaruh penambahan beban gempa terhadap lereng pada daerah penelitian hampir mengurangi $\frac{1}{3}$ sampai $\frac{1}{2}$ dari nilai FS dalam kondisi

lereng statis. Semakin besar beban gempa yang diterima pada tubuh lereng maka penurunan nilai FS relatif semakin besar.

SARAN

Pada penelitian ini penulis hanya menggunakan beban gempa sebagai faktor eksternal yang dapat mempengaruhi nilai dari kestabilan lereng, maka dari itu perlu ditambahkan faktor lainnya yang dapat mempengaruhi nilai kestabilan lereng seperti kondisi muka air tanah, beban getaran kendaraan, beban bangunan, dan faktor lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat penelitian Geoteknologi, LIPI yang telah memfasilitasi ketersediaan data dan mengarahkan penulis pada pengerjaan penelitian ini. Terimakasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, T.C., Sidarto, Santosa, S., dan Gunawan, W., 1993., Peta Geologi Lembar Kotaagung, Sumatera, Skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi

Anonim. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Sumatera Selatan. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Tersedia di [:https://vsi.esdm.go.id/gallery/picture.php?/211/category/14](https://vsi.esdm.go.id/gallery/picture.php?/211/category/14) (diakses 10 maret 2020)

Anonim. 2010. Peta Kawasan Rawan Bencana Gempabumi Provinsi Lampung. Kementrian Energi dan

Sumber Daya Mineral. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Tersedia di [:https://vsi.esdm.go.id/gallery/index.php?/category/18/start-15](https://vsi.esdm.go.id/gallery/index.php?/category/18/start-15) (diakses 8 juli 2020)

Anonim. 2015. Pengenalan Gerakan Tanah. Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral. Tersedia di : https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan_Gerakan_Tanah.pdf (diakses 29 Mei 2020)

Anonymous. *Latest Earthquake Map*. U.S. Geological Surevy. Available at : <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map> (diakses 21 Juli 2020)

Bowles, J.E. 1989. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah), Jakarta : Erlangga.

Gafoer, S., Amin, T.C., dan Pardede, R. 1993. Peta Geologi Lembar Baturaja, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Iqbal, P. 2018._Geologi Kuarter dan Cuaca Daerah Lampung Barat, Kaitannya dengan Kejadian Longsor. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral Vol.19. No.3 Agustus 2018 hal 163 - 169*

Koswara, A. dan Santoso, 1995. Geologi rinci daerah Liwa Lampung Barat Sumatera Selatan skala 1:50.000, *Jurnal Geologi dan Sumber Daya Mineral, VI*.

Mulyono, Asep; Iqbal, P. 2015. Karakteristik Fisik Tanah Longsoran di Jalur Transek Liwa-Bukit Kemuning, Lampung Barat. *Jurnal*

*Lingkungan dan Bencana Geologi,
Vol. 6 No. 1, April 2015: 9-18*

Pemerintah Indonesia. 2007. *Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.*

Putri R, Anindya; Purwanto, M Singgih; Widodo, Amien. 2017. Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah Menggunakan Metode Mikrotremor I Jalur Sesar Kendeng. *Jurnal Geosaintek. 03 / 02 Tahun 2017*

Refrizon., Hadi, A. I., Lestari, K., dan Oktari, T. 2013. Analisis Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Tingkat Kerentanan Seismik Daerah Ratu Agung Kota Bengkulu. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013*

Zakaria, Z. 2009. Analisis Kestabilan Lereng Tanah. Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran. Jatinangor.