



## “Restructuring of Mass Movement Potential Area in the middle course of Muara Emat - Kerinci (MK), Jambi”

Hari Wiki Utama\*, Yulia Morsa Said, Magdalena Ritonga, Eko Kurniantoro, Anggi Deliana Siregar,  
Bagus Adithya

Department of Geological Engineering, Faculty of Science and Technology, Universitas Jambi,  
Jambi-Ma. Bulian KM 15, Muaro Jambi, Kode Pos 36122

\*Email: h.wikiutama@unja.ac.id

**Abstract.** The middle course of Muara Emat - Kerinci susceptibility of mass movement. MK is implied of Barisan Range which associated of Sumateran Fault System zone have been affect to high risk disaster area, such as mass movement. More than 10 site of mass movement were recorded in the MK, as the impact of Sumateran seismic earthquake, then needed restructuring of mass movement potential area. An integrated methods between of remote sensing using ASTER GDEM which GIS technique and geological mapping on the area of mass movement. Processing of ASTER GDEM image to hill shade analysis was conducted to acquire of digital elevation model, especially for to steep slope which probably indicated liniament and structural geology which overlay to geological map. This method is also thin section (petrography analysis) to several sample for know composition of mineralogy and petrogenesis. Observation in the MK area have been to understanding of characteristic lithology, slope, measured of structural geology, land use, and morphology, which are the half of simplify geotech technique. Based on the result analysis and geological surface mapping were conducted to obtain of characteristic lithology is composed by tuff, diorite, metapsamite, quartz-subfeldspatic arenite, and phyllite, whereas structural geology which strike slip fault (dextral). The existence of fault to identified as active fault, cause of several to cross top alluvium. The average of slope was simetrical to steep which rarely vegetation. According to this research is 15 area potential of mass movement which difference degree of risk, which is high risk, moderatly risk, and low risk.

**Keyword:** mass movement, potential area, Kerinci - Muara Emat, charasteristic geology

### PENDAHULUAN

Sesar Sumatera merupakan suatu sesar aktif yang membentuk segmen-segmen, dengan setiap segmennya memiliki karakteristik geologi yang berbeda, dan setidaknya terdapat 19 segmen sesar, di antaranya segmen sesar Siulak dan sesar Dikit yang berada di Daerah Kerinci dan sekitarnya, Sieh dan Natawidjaja (2000). Segmen sesar bertipe sesar mendatar ini sebagai hasil dari konvergensi pergerakan lempeng yang miring ( $45^{\circ}$ ) antara lempeng Samudera Hindia terhadap lempeng Eurasia, Barber (2003), Hamilton (1979), Hall (2002).

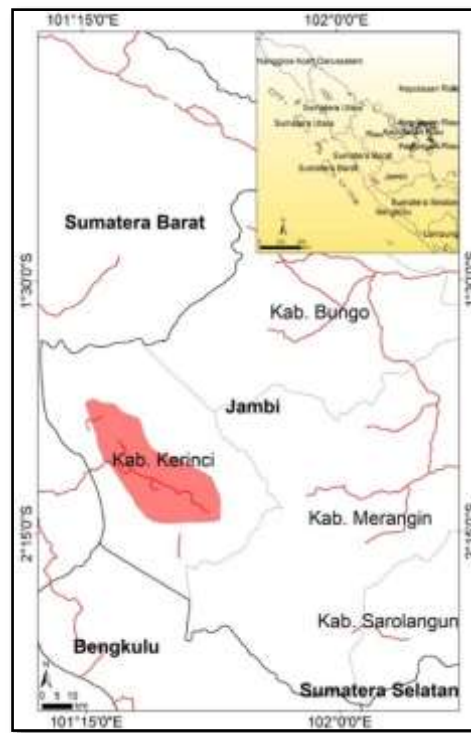
Daerah penelitian yang berada di sepanjang jalan Muara Emat Kerinci (**Gambar 1**), sangat umum dilalui oleh jalur sesar mendatar yang berorientasi utara-baratlaut - selatan-tenggara dan hanya beberapa yang memiliki arah pergerakan utara-timurlaut - selatan-baratdaya, Kusnama (1992). Di beberapa lokasi daerah ini berada pada batas akhir dari deliniasi sesar, sehingga memberikan ekspresi morfologi yang berasosiasi dengan gerakan massa (batuan-tanah). Pengamatan pada citra ASTER-GDEM 30 m di daerah penelitian dikontrol oleh sesar dan kelurusan yang berorientasi sama dengan sesar regional. Kondisi geologi yang seperti ini sangatlah umum terjadinya gerakan massa batuan-tanah, sehingga diperlukan mitigasi bencana geologi dengan langkah awal yaitu melakukan penataan pada area gerakan massa, dan nantinya dapat mengetahui area-area yang rawan gerakan massa serta penanggulangannya.

Di sepanjang jalan Muara Emat - Kerinci, secara geologi termasuk ke dalam rangkaian bukit barisan yang berasosiasi dengan sistem sesar Sumatera (Van Bemmelen, 1949). Kondisi geologi yang demikian dengan tingkat curah hujan yang tinggi, menyebabkan daerah tersebut rentan terjadinya gerakan massa, Setianto (2013). Intensitas gerakan massa terjadi peningkatan setiap tahunnya dengan distribusi luas wilayah yang semakin meningkat (BNPB, 2012). Berdasarkan data, bahwa sekitar 918 lokasi rawan bencana gerakan tanah di Indonesia mengancam kehidupan manusia dengan kerugian materiil yang tidak sedikit, termasuk di dalamnya Daerah Kerinci dan sekitarnya (BNPB, 2012 dan ESDM, 2012).

### GEOLOGI REGIONAL

Tektonik Sumatera dipengaruhi oleh konvergensi Lempeng Samudera Hindia dan Lempeng Benua Eurasia, sehingga memberikan pengaruh deformasi pada batuan dan diperkirakan telah menyebabkan terjadinya rotasi dari Pulau Sumatera searah jarum jam, Hall (1997), Hall (2002), Hall (2014), Simandjuntak dan Barber (1996) dan Hamilton (1979). Perubahan posisi Pulau Sumatera ini yang pada awalnya berarah barat - timur menjadi baratlaut - tenggara (Hamilton, 1979). Perubahan deformasi Pulau Sumatera yang mengalami rotasi terjadi pada Kala Oligo-Miosen (Sidi, 2000 dalam Barber, 2005). Deformasi ini menyebabkan terjadinya pergerakan sesar Sumatera yang mulai aktif pada kala tersebut. Konvergensi lempeng ini diperkirakan mengalami pergerakan 5 – 7 cm/tahun, dalam Barber (2005). Pulau Sumatera yang tersusun oleh *suture-suture* ataupun blok-blok benua yang membentuk satu kesatuan kerak benua, di antaranya Blok Woyla Nappe, Blok Sumatera Barat, Blok Sibumasu (Sumatera Timur), Rangkaian Kuarsit-Granit, Blok Indocina, Barber (2005). Blok benua tersebut dikelompokkan menjadi beberapa grup berdasarkan fase tektoniknya, meliputi Grup Tapanuli sebagai batuan alasberumur Karbon - Permian, Grup Peusangan berumur berumur Permian - Trias, dan Grup Woyla berumur Jura - Kapur, Barber (2003). Kondisi tektonik Sumatera yang

begitu kompleks dengan kelompok batuan dan tatanan struktur geologinya, memberikan dampak pada perbedaan kondisi morfologi.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian di sepanjang jalan Muara Emat – Kerinci (poligon merah muda). Secara administrasi termasuk kedalam Kabupaten Kerinci. Sumber peta dari Badan Informasi Geospasial, dengan modifikasi

Fisiografi Pulau Sumatera sangat tercermin dari kondisi model elevasi ataupun kondisi geologi regionalnya, setidaknya terdapat enam zona fisiografi, meliputi Zona Fisiografi Perbukitan Rendah dan Dataran Bergelombang, Zona Bukit Tigapuluh, Zona Rangkaian Perbukitan Brisian, Zona Sesar Sumatera, Zona Kepulauan Busur Luar, dan Zona Paparan Sunda, dalam Van Bemmelen (1949). Daerah Muara Emat - Kerinci termasuk kedalam Zona Rangkaian Perbukitan Barisan dan Zona Sesar Sumatera (**Gambar 2**).

Secara regional stratigrafi daerah penelitian disusun oleh Formasi Asai berumur Jura (Ja), Formasi Peneta berumur Kapur (KJp), Granodiorit Nagan berumur Eosen (Tpegdn), Batuan Gunung Api Rio-Andesit berumur Plio-Plistosen (QTv), Formasi Pengasih berumur Plistosen (QTp), Batuan Gunung Api Andesit-Basal berumur Plistosen-Holosen (Qv), Batuan Breksi Gunung Api Tuf berumur Holosen (Qhv), dan Endapan Aluvial Holosen-Resen (Qa), Kusnama dkk (1992). Karakteristik litologi batuan yang berbeda ini, memberikan suatu indikasi, bahwa terdapatnya hubungan ketidakselarasan di antara kontak formasi batuan tersebut. Adanya bidang ketidakselarasan ini, memungkinkan adanya suatu bidang/kontak batuan yang miring, sehingga dapat memicu terjadinya pergerakan massa batuan, Karnawati (2005).

Struktur geologi daerah penelitian memiliki orientasi yang sama terhadap Sistem Sesar Sumatera, dengan orientasi utara-baratlaut - selatan-tenggara meliputi sesar Siulak dan sesar Dikit (Kerinci dan sekitarnya), Sieh dan Natawidjaja (2000) dan Natawidjaja (2017). Sistem sesar ini umumnya memiliki pergerakan saling menjauh (ekstensi) dan umumnya membentuk cekungan (*pull apart basin*), namun beberapa karakteristik struktur sesar daerah penelitian terbentuk oleh gaya yang saling mendekat (kompresi), sehingga membentuk suatu tinggian (*pop up*), Barber (2003), Sieh dan Natawidjaja (2000), dan Kusnama (1992). Pola sesar yang seperti ini merupakan salah satu pemicu terjadinya gerakan massa batuan, Syaeful (2012) dan Setianto (2013).

Ekspresi topografi dan perbedaan morfologi sangat tercermin pada daerah ini sebagai akibat dan indikasi dari pergerakan sesar mendatar Siulak dan sesar sekundernya, seperti terdapatnya area yang rawan akan gerakan massa, Kusnama dkk (1992). Karakteristik sesar ini memiliki kesamaan dengan sesar San Andreas (*transform fault*), di mana sepanjang pergerakan sesar ini rentan akan terjadinya gempa dan berakibat rawan gerakan massa yaitu seperti peristiwa gempa 1996, Hough dan Bilham (2006). Indonesia Tengah, Palu Sulawesi Tengah memiliki kesamaan struktur sesar mendatar, namun bersifat sinistral (sesar Palu Koro), di sepanjang pergerakan sesar tersebut rentan terjadinya kebencanaan seperti gempa, rawan longsor, Satyana (2006) dan BNPB (2018).



**Gambar 2.** Pembagian zona fisiografi Jambi dan sekitarnya, Van Bemmelen (1939) dan Tobler (1919) dalam Van Bemmelen (1949) dengan modifikasi. Daerah penelitian berada pada Zona Fisiografi Rangkaian Perbukitan Barisan dan Zona Sesar Sumatera

### METODOLOGI

Secara umum metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pemetaan tidak langsung, yaitu dengan menggunakan data penginderaan jauh dari peta ASTER GDEM 30 m. Berdasarkan peta ini nantinya akan dilakukan deliniasi struktur sesar, kelurusan punggung-lembah, peta geologi regional, sehingga kombinasi dari peta tersebut menghasilkan peta geologi sementara. Dari peta geologi yang sudah tersedia, dilakukan penentuan lokasi ataupun area-area “klosur” yang rawan akan gerakan massa, sehingga pada tahapan observasi lapangan ataupun pemetaan langsung, kita melakukan pengecekan/observasi pada area yang sudah diidentifikasi sebagai rawan gerakan massa. Beberapa lokasi dilakukan pengukuran elemen struktur, kemiringan lereng batuan, menentukan jenis litologi, vegetasi yang ada. Sehingga dari data yang dikumpulkan di lapangan, didapatkan area yang rawan gerakan massa dengan kategori ataupun tingkat gerakan massa tinggi, sedang, dan lemah. Pengolahan data ini menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.3.

### HASIL DAN DISKUSI

Observasi lapangan teridentifikasi beberapa lokasi gerakan massa di sepanjang jalan Muara Emat - Kerinci (**Tabel 1**). Pengambilan data di lapangan antara lain jenis litologi, kedudukan batuan, pengukuran sstruktur, vegetasi atau kegunaan lahan, kemiringan lereng (*slope*), sehingga dapat ditentukan jenis gerakan massanya. Pengambilan conto batuan dilakukan pada beberapa lokasi (batuan segar) di antaranya batuan slet, filit, andesit, meta batupasir, pumis. Dari beberapa conto tersebut digunakan untuk analisa mikroskopis batuan (petrografi sayatan tipis).

**Tabel 1.** Lokasi gerakan massa di sepanjang jalan Muara Emat - Kerinci

Lokasi (MK)	Litologi	Slope (°)	Tata Guna Lahan	Gerakan Massa	Diameter
MK 1	Filit	44	Pepohonan	Batuan	1 km
MK 2	Andesit	70	Pepohonan	Batuan	15 m
MK 3	Andesit	39	Pepohonan	Batuan	40 m
MK 4	Filit	70	Vegetasi	Batuan - tanah	50 m
MK 5	Meta batupasir	48	Vegetasi	Batuan - tanah	20 m
MK 6	Meta batupasir	76	Pepohonan	Batuan - tanah	10 m
MK 7	Filit	51	Vegetasi	Batuan	10 m
MK 8	Slet	51	Vegetasi	Batuan - tanah	15 m
MK 9	Slet	52	Pepohonan	Batuan - tanah	20 m
MK 10	Pumis	54	Pepohonan	Batuan	30 m
MK 11	Pumis	56	Vegetasi	Batuan	10 m
MK 12	Breksi	60	pepohonan	Batuan - tanah	20 m

Data yang teridentifikasi di lapangan, di beberapa lokasi area gerakan massa merupakan jalur struktur. Pada area yang ditentukan sebagai gerakan massa dengan tingkat yang tinggi berada pada zona struktur, dicirikan dengan batuan yang terkekarkan hingga berada pada zona sesar. Umumnya batuan yang teridentifikasi sebagai batuan metamorf dengan derajat rendah, seperti slet, filit, batuan meta batupasir. Kondisi pada area gerakan massa ini, batuan membentuk bongkah-bongkah dengan diamter mencapai 2 m, bongkahan batuan ini diakibatkan oleh faktor penekaran pada batuan dengan skala mikro dan pensesaran pada skala makro (**Gambar 3**).





**Gambar 3.** Beberapa lokasi gerakan massa di sepanjang jalan Muara Emat - Kerinci, a) gerakan tanah dan batuan meta batupasir, b) gerakan tanah dan batuan filit, pada batuan filik membentuk bongkahan-bongkahan sebagai akibat dari penekaran, c) gerakan massa batuan filit yang memperlihatkan adanya zona hancuran dari suatu bidang sesar, d) gerakan massa batuan slet - filit dengan kemiringan bidang foliasi yang hampir sejajar dengan bidang perlapisan, indikasi sesar berupa zona hancuran

Gerakan massa batuan-tanah umumnya terjadi pada batuan Formasi Asai. Formasi Asai yang terekam di sepanjang jalan Muara Emat - Kerinci ini berupa batuan metamorf slet, filit, batuan meta sedimen meta batupasir, meta batulempung. Kemiringan lapisan yang simetri - lereng, terdapatnya vegetasi ataupun pepohonan, dan adanya penekaran-pensesaran merupakan pemicu terjadinya gerakan massa batuan-tanah. Identifikasi di lapangan memperlihatkan, bahwa di area gerakan massa ini dikontrol oleh sistem sesar mendatar dekstral dan sinistral. Keberadaan sesar ini memiliki orientasi yang sama terhadap Sistem Sesar Sumatera.

Pada beberapa contoh batuan, dilakukan analisa sayatan tipis mikroskopis/ petrografi (**Gambar 4**) pada batuan meta batupasir memperlihatkan tekstur palimsest (metapsamit) dengan komposisi mineral kuarsa (Qz), k-feldspar (Kfs), klorit (Chl), biotit (Bt), muskovit (Ms). Terdapatnya tekstur palimsest ini sebagai indikasi adanya pengaruh struktur (metamorfisme regional-lokal) di dalam proses metamorfisme batuan ini dengan indikasi batupasir sebagai batuan asal (*protolith*). Pada batuan filit dengan struktur foliasi yang disusun oleh mineral klorit (Chl), kuarsa (Qz)-muskovit (Ms) sebagai indikasi metamorfisme derajat rendah (metamorfisme lokal), sedangkan pada contoh sayatan tipis pumis umumnya disusun oleh gelas vulkanik (Glass), kuarsa (Qz), k.feldspar (Kfs), dan hornblend (Hbl). Pumis ini merupakan produk gunung api Kuartar dari Formasi Batuan Gunung Api Rio-Andesit.



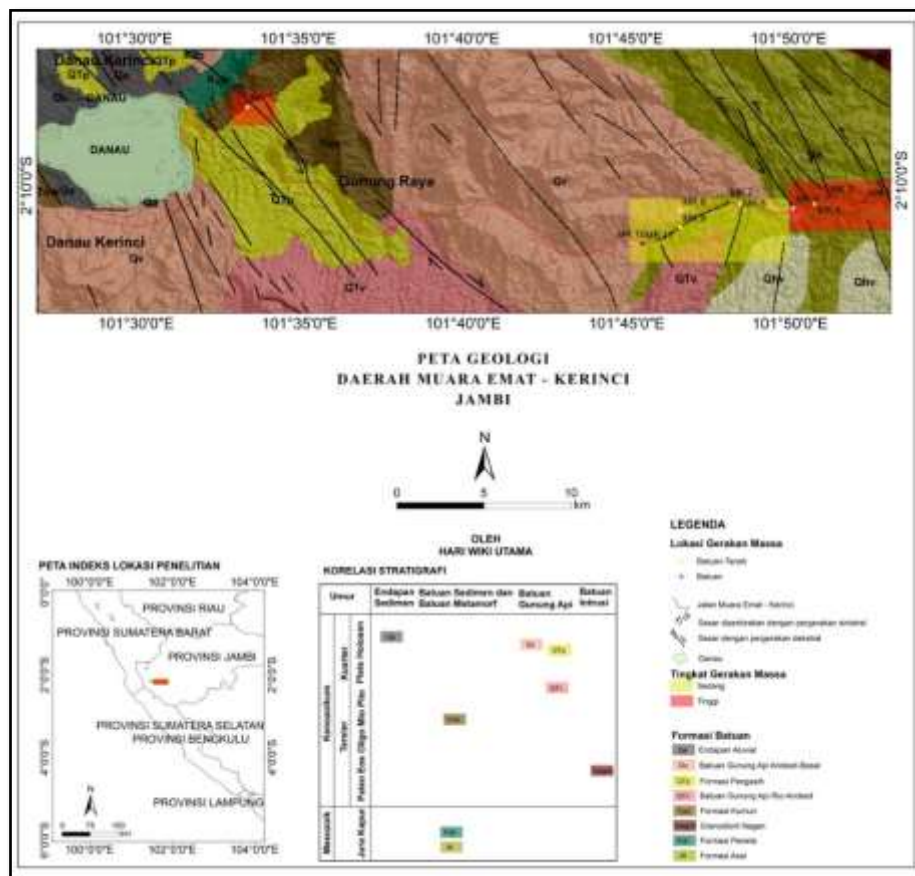
**Gambar 4.** Contoh fotomikrografi sayatan tipis batuan, a) metabatupasir dari Fromasi Asai, b) filit Formasi Asai, dan c) pumis Formasi Batuan Gunung Api Rio-Andesit. Dari analisis sayatan tipis memperlihatkan bahwa di daerah penelitian disusun oleh kompleks batuan (Meta sedimen, metamorf, dan piroklastik). Fariasi litologi ini, diidentifikasi sebagai pemicu sifat dari ketahanan batuan terhadap pengaruh struktur dan kontrol geologi lainnya. Singkatan mineral mengacu pada Whitney dan Evan (2010)

Hasil pengamatan lapangan, analisa batuan, interpretasi peta, integrasi terhadap teori tentang gerakan massa, maka didapatkan tiga kategori tingkat gerakan massa yang ditampilkan dalam bentuk poligon (**Gambar 4**). Pengklasifikasian area gerakan massa ini, didasarkan pada luasan area gerakan massa, jenis gerakan massa, dampak/pengaruh yang ditimbulkan terhadap fasilitas umum (jalan, jembatan) bahkan pengaruhnya pada sekitarnya.

**Gerakan massa tinggi**, pada area gerakan massa menempati bagian tenggara daerah penelitian, tepatnya di jalan Muara Emat dan mendekati Kota Kerinci dengan diameter area mencapai 2 km. Litologi penyusun berupa batuan metamorf slet, filit, dan meta batupasir, terdapatnya penkekar dan pensesaran (sesar mendatar), umumnya memiliki kemiringan batuan simetri-miring, adanya vegetasi-pepohonan. Faktor pemicu dari gerakan massa ini berupa pensesaran dan penkekar. Pensesaran yang dibuktikan dengan adanya zona hancuran-bidang sesar, beberapa lokasi adanya cermin, sesar umumnya memotong hingga lapisan atas (*top soil*), sebagai indikasi kuat bahwa sesar ini merupakan tipikal sesar aktif dan sebagai pemicu utama penyebab terjadinya gerakan massa. Gerakan massa pada area ini lebih dari sebagiannya menutupi jalan, jadi sangat berbahaya jika tidak dilakukan pengkajian tata guna ataupun jalur transportasi (jalan) yang memperhatikan aspek keselamatan, geoteknik, dan lingkungan. Upaya yang harus dilakukan, di antaranya kemiringan lapisan batuan dibuat landai, *treatment* dengan metode geologi teknik.

**Gerakan massa sedang**, area gerakan massa ini berada di Daerah Bukit Berang (pertengahan jalan Muara Emat - Keinci). Gerakan massa pada area ini memiliki karakteristik geologi dengan litologi penyusun batuan gunung api seperti tuff, pumis, breksi gunung api, dan lava rio-andesit. Kemiringan lereng relatif simetri - landai, penkekar, vegetasi-pepohonan. Dikarenakan jarak area gerakan massa terhadap jalan umum yang relatif jauh yaitu sekitar 5 m, dengan kondisi geologi kelerengan, litologi, struktur skala mikro (kekar), area ini dikategorikan sebagai tingkat area gerakan massa sedang.

**Gerakan massa rendah (stabil)** merupakan area yang hampir sama sekali tidak ditemukan adanya gerakan massa ataupun longoran. Kalaupun ada, cukup jauh dari jalan utama. Sehingga pada area ini sangat direkomendasi untuk perluasan jalan dan pembangunan fasilitas umum lainnya. Penataan area gerakan massa ini merupakan langkah awal di dalam mendeliniasi area yang rentan akan bencana geologi, sehingga diperlukan mitigasi yang cepat dan tepat yaitu berupa pemetaan area gerakan massa.



**Gambar 5.** Peta geologi daerah penelitian dengan modifikasi dari Kusnama dkk (1992). Peta geologi ini ditumpang tindih terhadap peta ASTER-GDEM 30 m. Poligon berwarna merah sebagai area gerakan massa tingkat tinggi, kuning area gerakan massa sedang, dan yang tidak dalam poligon merah dan kuning merupakan area ataupun wilayah yang relatif aman terhadap gerakan massa.



## KESIMPULAN

Berdasarkan pengkajian dari data yang ada, didapatkan beberapa lokasi area gerakan massa yang diklasifikasikan berdasarkan kondisi geologi seperti litologi, kelerengan, kontrol struktur (kekar-sesar), vegetasi-pepohonan, pengaruhnya terhadap fasilitas umum seperti jalan, sehingga didapatkan tiga kategori gerakan massa, yaitu gerakan massa tingkat tinggi, gerakan massa tingkat sedang, dan gerakan massa rendah (aman). Pada area gerakan massa yang tingkat tinggi dan sedang ini perlu penanganan khusus, di antaranya pengkajian terhadap sifat keteknikna batuan dan tanah, sehingga didapatkan metode yang tepat di dalam menanggulangi rentan gerakan massa.

Penataan area gerakan massa merupakan salah satu mitigasi bencana geologi yang cepat dan tepat dilakukan pada awal tahapan untuk mendeliniasi area gerakan massa sebagai metode di dalam manajemen bencana geologi. Penataan area gerakan massa ini, kondisi geologi merupakan faktor utama di dalam penanganan dan penanggulangan.

## TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan hasil penelitian di Daerah Kerinci dan sekitarnya yang didanai oleh pendanaan penelitian PNPB Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Jambi. Penelitian yang dilakukan oleh Tim Prodi Teknik Geologi FST sebagai kontribusi di dalam penanganan awal mitigasi bencana geologi. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi di dalam melakukan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barber, A.J., Crow M.J., Milsom, J.S. (2005) Sumatera, *Geology, resources and tectonics evolution*, London: *Geological Society Memoir* No. 31. Hal 290.
- Barber, A.J., dan Crow M.J. (2003) *An Evaluation of Plate Tectonic Models for the Development of Sumatra. Gondwana Research. V. 6. No. 1.* Hal. 1 - 15.
- Hall, R. (2014) *Indonesia tectonics: subduction, extention, provenance, and more*, Indonesian Petroleum Association, *Proceedings 38th Annual Exhibition and Convention*, Jakarta, Indonesia, IPA14-G-360.
- Hall, R. (2002) *Cenozoic Geological and Plate tectonic Evolution of SE Asia and the SW Pasific: Computer Based Reconstruction, Model and Animation*, *Journal of Asian Earth Sciences*, 20, 353-356.
- Hall, R. (1997) *Cenozoic Plate Tectonic Reconstruction of SE Asia*, *Geological Society of London, Special Publication*, 126, 11-23.
- Hamilton, W.B. (1979) *Tectonic of the Indonesian Region*, *Professional Paper 1078*, U.S. Geological Survey, Washington, D.C., 345 hal.
- Hough, S.E. dan Bilham, R.G. (2006) *After the Earth Quakes: Elastic Rebound on Urban Planet*. Oxford University Press, New York. 321 hal.
- Karnawati, D., 2005, "Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya", Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta..
- Kusnama., Pardede, R., Mangga, S.A., Sidarto (1992) Peta Geologi Lembar Sungaipenuh dan Ketahun, skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Natawidjaja D.H. (2017) *Updating active fault maps and sliprates along the Sumatran Fault Zone*, *Indonesia Conf. Series: Earth and Environmental Science* 118 pp 2- 10.
- Peraturan Kepala Badan Penanggulangan Bencana Nasional Nomor 02 Tahun (2012) tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Hal. 218.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 15 Tahun (2011) tentang Pedoman Mitigasi Bencana Gunungapi, Gerakan Tanah, Gempa Bumi, dan Tsunami, Hal. 84.
- Satyana, A.H. (2006) *Docking and post-docking tectonic escapes of Eastern Sulawesi: Collision convergence and their implication to petroleum habitat*. Proc. Jakarta International Geoscience.
- Setianto, A., Rosaji, F.S.C., Sufwandika, M. (2013) Tinjauan Praktis Risiko Bencana Tanah Longsor Berdasarkan Peraturan Kepala BNPB No. 02 Tahun 2012, Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-6, Yogyakarta, hal. 384 - 392,
- Sieh, K., dan Natawidjaja. D. (2000) *Neotectonics of the Sumatran fault*, Indonesia, *Journal of Geophysical Research. Vol.105. No. B12*, Hal 28, 295 - 28,326
- Simandjuntak, T.O., Barber, A.J. (1996) *Contrasting tectonic styles in the neogene orogenic belts of Indonesia*, In: Hall, R., Blundell, D.J. (Eds.), *Tectonic Evolution of Southeast Asia*, *Geol. Soc. Spec. Publ.* 106. Hal. 185-201
- Van Bemmelen, R.W. (1949) *The Geology of Indonesia Volume 1A*, Government Printing Office, The Hague, Netherlands. Hal 732.
- Whitney, D.L., and Evans, B.W. (2010) *Abbreviations for names of Rock Forming Minerals*, *American Mineralogist*, vol. 95. Hal. 185-187.