

## KAJIAN PEMETAAN STRUKTUR DAN POTENSI LONGSOR BERDASARKAN DIGITAL ELEVATION MODEL DAN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV), DAERAH PANGKALAN, SUMATERA BARAT

**Tiggi Choanji<sup>1</sup>, Yuniarti Yuskar<sup>1</sup>, Catur Cahyaningsih<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geologi, Universitas Islam Riau

Jl. Kaharuddin Nasution No 113 28284 Pekanbaru Riau, Indonesia

e-mail: [tiggich@eng.uir.ac.id](mailto:tiggich@eng.uir.ac.id)

Diterima: 17 Oktober 2018; Direvisi: 15 Juni 2019; Disetujui: 14 Juli 2019

### **Abstrak**

Bencana geologi berupa tanah longsor telah terjadi di beberapa tempat terutama pada jalur lintas Riau - Sumatra Barat tepatnya pada daerah pangkalan, Pangkalan Koto Baru dan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk membahas geologi struktur dan geologi kebencanaan untuk penentuan pola struktur, faktor utama terjadinya longsor dalam bentuk peta rawan bencana. Dengan menggunakan data foto udara dengan drone dan data geologi lapangan, serta dilakukan analisis diantaranya analisis foto udara, geologi struktur dengan menggunakan stereografi, analisis geologi keteknikan dengan sistem RMR (Rock Mass Rating). Hasil memperlihatkan bahwa berdasarkan 1.496 data kekar yang diambil dari 14 (empat belas) titik stasiun didapatkan beberapa arah dominan gaya yang mempengaruhi daerah tersebut, hal ini disebabkan oleh periode tektonik pra tersier dan tersier di Sumatra Tengah yang ditunjukkan dengan tegasan yang bekerja memiliki tiga arah dominan yang terekam dalam pembentukan struktur di daerah ini, yaitu tegasan bearah Utara - Selatan , Timurlaut - Baratdaya, dan Baratlaut - tenggara. Berdasarkan analisis geologi teknik dengan menggunakan metode RMR, terdapat kluster 1 (satu) titik yang berada dalam kategori very poor (Kategori Klas V), 12 (duabelas) titik dalam kategori poor rock (Kategori Klas IV), dan 1 titik pada keadaan medium rock (Kategori Klas III).

**Kata kunci:** Struktur geologi, Longsor, DEM, Rock Mass Rating, UAV, Pangkalan.

### **Abstract**

Geological disasters of landslides have occurred in several locations in Riau - West Sumatra Road, Pangkalan Koto Baru and its surroundings. This study aims to discuss disaster geological structure and geology to determine structural patterns, the main mitigation factor in disaster-prone map. By using aerial photo data with drones, field geological data, the aerial photograph analyze using dense cloud analysis, structural geology using stereography, engineering geological analysis with the RMR (Rock Mass Rating) system. The results based on 1,496 solid data which obtained from 14 (fourteen) station points suggested that several dominant stress directions affect the area, which is derived from the pre-tertiary and tertiary tectonic periods in Central Sumatra. Structure are trending North - South, Northeast - Southwest, and Northwest - southeast. The RMR method, showed that there are 1 (one) cluster in the very bad category (Class V category), 12 (twelve) points in poor rock category (Class IV category), and 1 (one) in medium condition (Class III category).

*Key words: Structural Geology, Landslides, DEM, Rock Mass Rating, UAV, Pangkalan.*

## PENDAHULUAN

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (“Undang-Undang Republik Indonesia No 24 Tahun,” n.d.). Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan dan tanah longsor (Sassa, Canuti, Yin, & Programme, 2014) (Shanmugam, n.d.) (Taylor, Malamud, Freeborough, & Demeritt, 2015) (Xu, 2015) (Yuskar, Putra, Suryadi, Choanji, & Cahyaningsih, 2017).

Kegiatan pencegahan dan penanggulangan bencana sangat diperlukan sebagai upaya untuk menghilangkan dan/atau mengurangi ancaman bencana. Perlu adanya upaya yang signifikan dan berkelanjutan untuk mengurangi risiko tersebut (Ciabatta et al., 2016) (Ciampalini et al., 2015) (Choanji, 2016; Choanji, Nugraha, Sofwan, & Yuskar, 2018; Choanji, Yuskar, Putra, Cahyaningsih, & Sakti, 2018; Putra & Choanji, 2016) diantaranya dengan penelitian. Mempelajari geobencana pada suatu kawasan skala lokal dan skala nasional, penting dilakukan dalam rangka menyediakan arsip, inventori dan data dasar (Margottini, Canuti, & Sassa, 2013) (Kumar, Negassa, & Kala, 2015) (Madlazim, 2012), agar mampu memberikan informasi tepat guna. Salah satu bencana geologi yang akan dibahas dalam kegiatan penelitian kali ini adalah tanah longsor

yang sering terjadi di Km 89-99 Kecamatan Pangkalan, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat yang diperoleh berdasarkan dua kejadian (Erinaldi, 2017; Tanjung, 2017).

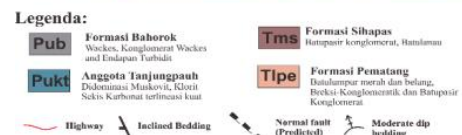
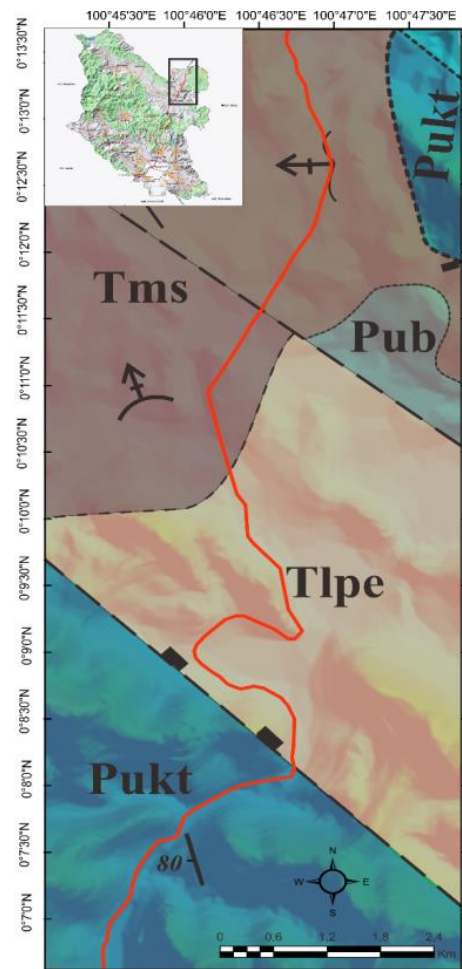
Longsor merupakan proses yang kompleks yang dipicu oleh parameter intrinsik dan eksternal. Parameter intrinsik yang berperan mengatur kondisi stabilitas lereng adalah faktor geologis diantaranya litologi atau jenis batuan, karakteristik diskontinuitas struktur, kekuatan geser material, airtanah, geometri lereng (kemiringan lereng, aspek, elevasi dan kelengkungan dan penggunaan lahan (Raghuvanshi, 2019). Terdapat beberapa tipe longsor yaitu longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runturan batu, rayapan tanah, aliran bahan rombakan (Goel, 2011) (Fusao Oka, Murakami, & Kimoto, 2009).

Menurut (De Coster, 1974), tektonik regional di Cekungan Sumatera Tengah dimulai dengan proses orogenesis pada akhir Mesozoikum (Akhir Kapur) yang mengakibatkan terjadinya pelipatan, sesar naik dan sesar geser. Akibat sesar-sesar inilah terbentuk pola horst dan graben. Pada Paleogen (Tersier Bawah) secara terus menerus diisi oleh endapan klastik. Pada Kapur Akhir - Tersier Awal terjadi deformasi membentuk struktur - struktur tarikan seperti graben-graben dengan arah umum Utara - Selatan.

Episode Tektonik F0, Basement Pra-Tersier di Sumatera Tengah terdiri dari lempeng-lempeng benua dan samudera yang berbentuk mosaik. Lempeng-lempeng minor yang menyusun Basement terdiri dari lempeng Mergui (graywacke), lempeng malaka (kuarsit dan filit), Lempeng Mutus (ofiolit dan metasedimen) serta Kelompok Tapanuli (argilit, sekis dan tuf). Dua struktur utama Basement yaitu pertama

kelurusan utara - selatan yang merupakan sesar geser (transform/wrench tectonic) yang beumur Karbon, dan Tinggian-tinggian yang terbentuk selama periode deformasi F0 (Tinggian Melibur, Sembilan, Rokan, Mutiara, Napuh, Ujungpadang, Kubu, dan Pinang. Kedua, kelurusan berarah Utara - Selatan dengan arah orientasi 315 0 + 15 0 berumur Trias - Yura. Episode Tektonik F1, terjadi akibat tumbukan Lempeng Hindia terhadap Asia Tenggara pada sekitar 45 Ma sehingga terbentuk suatu sistem rekahan ekstensional yang memanjang ke arah selatan dari Cina bagian selatan ke Thailand dan Malaysia hingga Sumatra dan Kalimantan Selatan. Hal ini menyebabkan terbentuknya serangkaian half graben yang kemudian menjadi tempat terakumulasinya sedimen dari Kelompok Pematang. Pada Akhir Episode F1 terjadi peralihan dari perekahan menjadi penurunan cekungan yang ditandai oleh pembalikan struktur yang lemah, denudasi dan pembentukan daratan *penepalin*.

Daerah penelitian terletak pada beberapa formasi penyusun batuan, diantaranya Formasi Bahorok yang tersusun atas batuan wacke, wacke konglomerat, dan endapan turbidit. Anggota Tanjung Pauh disusun atas muskovit, Batuan sekis klorit karbonat yang terlineasi kuat. Dibagian utara terdiri dari formasi sihaspas yang berupa batupasir konglomerat, dan batulanau. Di bagian tengah tersusun atas Formasi Pematang yang merupakan batulumpur merah dan terubah, breksi konglomerat, dan batupasir konglomerat. Umumnya daerah ini memiliki kemiringan lapisan menengah dan terdapat beberapa kelurusan sesar turun di bagian selatan daerah ini yang juga menjadi batas antar formasi tersebut (Clarke, Kartawa, A. Djunuddin, Suganda, & Bagdja, 1982) (Gambar 1).



Gambar 1. Geologi Regional Daerah Penelitian.

## METODE PENELITIAN

Metode analisis yang digunakan terdiri dari metode orientasi lapangan analisis studio, dan metode analisis lereng. Data-data lapangan yang dibutuhkan untuk analisis struktur geologi adalah data cermin sesar yaitu: pola jurus dan kemiringan bidang sesar, pitch, dan jenis pergerakannya. Metode dalam analisis lereng adalah Metode klasifikasi massa batuan menggunakan metode RMR (Rock Mass Rating), menurut (Bieniawski, 1973) beberapa parameter utama dalam metode RMR adalah:

1. Kekuatan Batuan Utuh (UCS)
2. RQD (Rock Quality Designation)

Metode RQD yang dilakukan adalah metode tidak langsung karena *core log* yang tidak tersedia. Metode perhitungan RQD menurut Palmstrom (1982) adalah sebagai berikut:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v \dots \dots \dots (1)$$

$J_v$  = jumlah total kekar per meter<sup>3</sup>

3. Jarak antar diskontinuitas (*Spacing of Discontinuities*)
4. Kondisi Diskontinuitas (*Condition of Discontinuities*)
5. Kondisi Airtanah (*Condition of Groundwater*)
6. Orientasi Diskontinuitas (*Orientation of Discontinuity*)

Kedua metode ini digabungkan untuk mengetahui daerah yang memungkinkan terjadi longsor dan melokalisir daerah yang harus diprioritaskan dalam penanganan secara teknis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

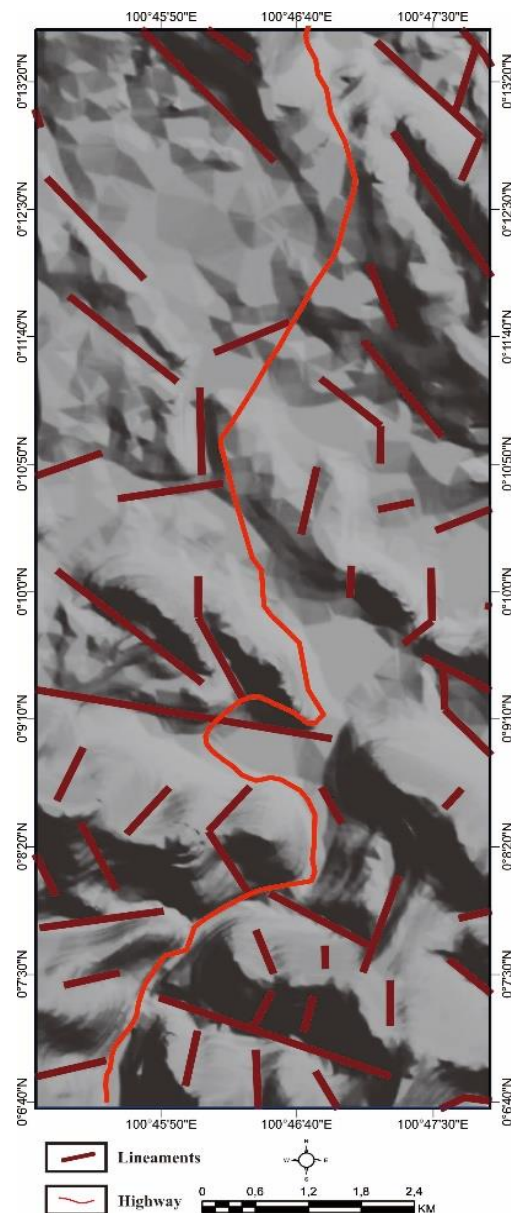
### Analisis Struktur Geologi

Analisis geologi struktur pada daerah penelitian menunjukkan terdapat beberapa karakter struktur yang berkembang. Berdasarkan hasil analisis kelurusan yang didapat menggunakan ekstraksi garis dari data DEMNAS, berdasarkan tujuh ratus dua puluh sembilan (729) data kelurusan yang didapat, diperoleh arah umum keurusan azimuth yang berarah relatif barat laut - tenggara (N 315 - N 135), hal ini menunjukkan bahwa fase struktur yang berkembang adalah fase struktur yang terbentuk akibat dari pengaruh tektonik akibat subduksi lempeng Indo - Australia terhadap Batas Lempeng Eurasia (Gambar 2) .

Hasil pengamatan menggunakan drone terhadap titik lokasi longsor terdapat beberapa kenampakan menunjukkan bentuk *circular failure* (Kegagalan) dan *wedge failure*.

#### 1. *Circular failure*

Kenampakan kegagalan ini disebabkan oleh adanya pergeseran rotasional disepanjang permukaan longsor. Litologi yang didominasi oleh slate dengan struktur yang cukup intensif dan dipengaruhi oleh adanya rekahan yang bersifat tension mendominasi di seluruh permukaan longsor tersebut (gambar 3).



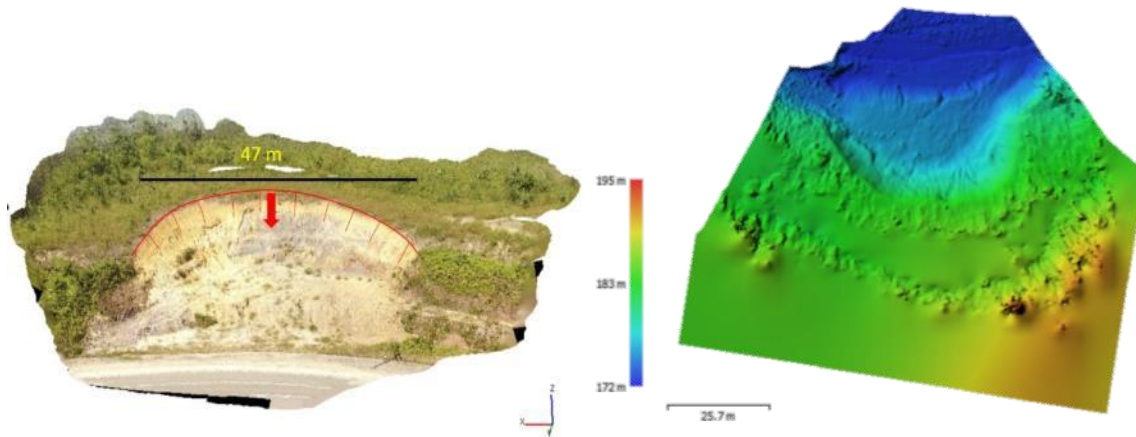
Gambar 2. Peta Interpretasi Struktur daerah penelitian.

#### 2. *Wedges Failure*

Jenis kegagalan ini menyebabkan massa batuan bergeser di sepanjang dua diskontinuitas yang berpotongan.

kegagalan ini membentuk sudut kemiringan lebih besar dari sudut gesekan pada permukaan kekar/rekahan. Litologi yang dapat membentuk kegagalan ini umumnya berada pada lapisan yang miring, foliasi, dan belahan yang nampak jelas.

Batuan seperti Shale, batugamping dan slate termasuk yang paling rentan terhadap kegagalan semacam ini karena bentuk internalnya (gambar 4).

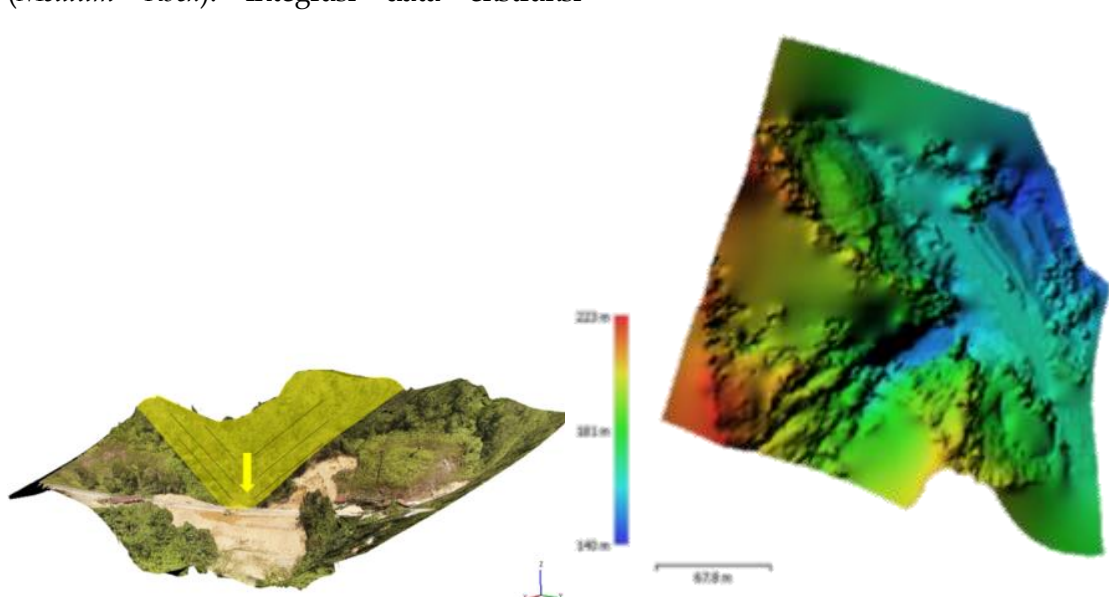


Gambar 3. Lokasi Longsor yang menunjukkan bentuk *circular failure* pada lokasi penelitian

### Analisis RMR

Terdapat 14 lereng yang dihitung rating batuanya dengan menggunakan sistem *Rock Mass Rating* (RMR). Perhitungan RMR menunjukkan bahwa nilai 14 lokasi penelitian berkisar antara 17 hingga 42 yang termasuk kelas V (*Very Poor Rock*) - kelas III (*Medium Rock*). Integrasi data ekstraksi

kelurusan struktural, metode scanline dan analisis RMR menunjukkan bahwa lokasi PDP-ST-02 termasuk dalam kategori batuan yang sangat miskin. Lokasi PDP-ST-01,03,04, 05, 06 - 14 adalah kategori *poor rock*, dan Lokasi PDP-ST-05 dalam kategori *medium rock* (Tabel 1).



Gambar 4. Lokasi Longsor yang menunjukkan bentuk *wedge failure* pada lokasi penelitian yang dianalisis menggunakan data drone

### Klasterisasi Lokasi

berdasarkan data tersebut dapat dikategorikan beberapa Lokasi yang dapat

dijadikan prioritas dalam penanganan lereng yang berpotensi bencana diantaranya adalah lokasi 01,03,04, 05, 06 -

14 yang masuk kedalam kategori *poor rock*, dan Lokasi 05 dalam kategori *medium rock*. Lokasi - lokasi ini dapat dilakukan

perlakuan prioritas dengan menggunakan perlakuan steel set ataupun ekskavasi pada daerah tersebut.

Tabel 1. Hasil perhitungan RMR pada 14 lokasi penelitian di daerah Pangkalan

Parameter	SITE- 1	SITE- 2	SITE- 3	SITE- 4	SITE- 5	SITE- 6	SITE- 7
UCS (MPa)	5-25	25-50	1-5	25-50	25-50	5-25	50-100
RQD (%)	31,35	9,4	35,5	44,05	55,6	20,3	41,8
Discontinuity Spacing (m)	0,4	0,3	0,4	0,24	0,5	0,6	0,3
Discontinuity	Pesistence (m)	0,6	0,8	0,09	1,5	0,6	1,3
	Aperture (mm)	-	-	-	-	-	<0,1mm
Classification	Roughness	Smooth	Smooth	Smooth	Smooth	Smooth	Rough
	Weathering	mod	Mod	Mod	Mod	Mod	Mod
Water	Dry	Flowing	Wet	Dry	Dry	Dry	Dry
Discontinuity orientation	Fair	Fair	Fair	Fair	Fair	Fair	Fair
UCS	2	4	1	4	4	2	7
RQD	8	3	8	8	13	3	8
Spacing	10	10	10	10	10	10	10
Discontinuity Classification	25	25	25	25	25	25	25
Water	15	0	7	15	15	15	15
Value of discontinuity orientation	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25
RMR	35	17	26	37	42	30	40
Class of RMR	IV	V	IV	IV	III	IV	IV
Category of RMR	Poor Rock	Very Poor Rock	Poor Rock	Poor Rock	Fair	Poor Rock	Poor Rock

Parameter	SITE- 8	SITE- 9	SITE- 10	SITE- 11	SITE- 12	SITE- 13	SITE- 14
UCS (MPa)	25-50	25-50	5-25	25-50	50-100	50-100	50-100
RQD (%)	34	21	28,4	34,6	37	39,95	21,4
Discontinuity Spacing (m)	0,14	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2
Discontinuity	Pesistence (m)	0,3	1,2	0,4	0,5	0,3	1
	Aperture (mm)	0.1-1.0	-	-	-	-	-
Classification	Roughness	Smooth	Smooth	Rough	Smooth	Smooth	Rough
	Weathering	Mod	mod	Mod	Mod	Mod	Mod
Water	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry
Discontinuity orientation	Fair	Fair	Fair	Fair	Fair	Fair	Fair
UCS	4	4	2	4	7	7	7
RQD	8	8	8	8	8	8	8
Spacing	10	10	10	10	10	10	10
Discontinuity Classification	25	25	25	25	25	25	25
Water	15	15	15	15	15	15	15
Value of discontinuity orientation	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25
RMR	37	37	35	37	40	40	40
Class of RMR	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Category of RMR	Poor Rock	Poor Rock	Poor Rock	Poor Rock	Poor Rock	Poor Rock	Poor Rock

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data struktur geologi dihasilkan bahwa pola rekahan dan struktur dipengaruhi oleh tiga arah gaya utama yang berkembang, yang pertama adalah arah timur laut - barat daya, utara - selatan, dan tenggara - barat laut, sehingga

menyebabkan pola rekahan yang terbentuk pada lokasi penelitian sangat intensif akibat pengaruh even struktur yang terjadi pada masa Oligosen, Miosen, dan Plio- Plistosen.

Pengamatan menggunakan drone (aerial view) menunjukkan beberapa pola kegagalan (failure) yang terbagi menjadi

dua tipe yaitu circular failure dan wedges failure.

Perhitungan RMR menunjukkan bahwa nilai 14 lokasi penelitian berkisar antara 17 hingga 42 yang termasuk kelas V (Very Poor Rock) - kelas III (Medium Rock). Integrasi data ekstraksi kelurusan struktural, metode scanline dan analisis RMR menunjukkan bahwa lokasi PDP-ST-02 termasuk dalam kategori batuan yang sangat miskin. Lokasi PDP-ST-01,03,04, 05, 06 - 14 adalah kategori poor rock, dan Lokasi PDP-ST-05 dalam kategori medium rock.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada para tim di Geologi UIR yang sudah membantu Penelitian ini . Penelitian ini dilakukan didasarkan pada hibah KEMENRISTEKDIKTI 2018 SP DIPA 042.06.1.401516/2018.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bieniawski, Z. T. (1973). Engineering classification of jointed rock masses. *Civil Engineering = Siviele Ingenieurswese*, 15(12), 335-343. Retrieved from [https://journals.co.za/content/civeng/15/12/AJA10212019\\_17397](https://journals.co.za/content/civeng/15/12/AJA10212019_17397)
- Choanji, T. (2016). Indikasi Struktur Patahan Berdasarkan Data Citra Satelit dan Digital Elevation Model (DEM) di Sungai Siak, Daerah Tualang dan Sekitarnya Sebagai Pertimbangan Pengembangan Pembangunan Wilayah. *Jurnal Saintis*, 16(2), 22-31.
- Choanji, T., Nugraha, I., Sofwan, M., & Yuskar, Y. (2018). Landslide Hazard Map Using Aster GDEM 30m and GIS Intersect Method in Tanjung Alai, XIII Koto Kampar Sub-District, Riau, Indonesia BT - Proceedings of the Second International Conference on the Future of ASEAN (ICoFA) 2017 - Volume 2. In R. Saian & M. A. Abbas (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on the Future of ASEAN (ICoFA) 2017 - Volume 2* (pp. 1009-1016). Singapore: Springer Singapore.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-10-8471-3\\_100](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-10-8471-3_100)
- Choanji, T., Yuskar, Y., Putra, D. B. E., Cahyaningsih, C., & Sakti, W. (2018). Clustering Slope Stability from Using Drone DEM Lineament Extraction And Rock Mass Rating In Pangkalan Koto Baru , West Sumatra , Indonesia. *Journal of Applied Geospatial Information (JAGI)*, 2(2), 124-129.
- Ciabatta, L., Camici, S., Brocca, L., Ponziani, F., Stelluti, M., Berni, N., & Moramarco, T. (2016). Assessing the impact of climate-change scenarios on landslide occurrence in Umbria Region , Italy.
- Ciampalini, A., Raspini, F., Bianchini, S., Frodella, W., Bardi, F., Lagomarsino, D., ... Casagli, N. (2015). Remote sensing as tool for development of landslide databases: The case of the Messina Province (Italy) geodatabase. *Geomorphology*, 249, 103-118. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.01.029>
- Clarke, M. C. ., Kartawa, W., A. Djunuddin, E., Suganda, E., & Bagdja, M. (1982). Geological Map of The Pekanbaru Quadrane, Sumatra.
- De Coster, G. L. (1974). The Geology of the Central and South Sumatra Basins. *Proceedings Indonesian Petroleum Association, Third Annual Convention, June 1974*, 77-110.
- Erinaldi. (2017). Banjir dan Longsor Landa 50 Kota, Jalur Sumbar-Riau Mampet. Retrieved December 14, 2017, from <https://www.liputan6.com/regional/read/3210675/banjir-dan-longsor-landa-50-kota-jalur-sumbar-riau-mampet>
- Fusao Oka, Murakami, A. &, & Kimoto, S. (2009). *Prediction and Simulation*

- Methods For Geohazard Mitigation*. CRC Press.
- Goel, B. S. & R. . (2011). *Engineering Rock Mass Classification*. Elsevier Inc.
- Kumar, T., Negassa, L., & Kala, P. M. (2015). RESEARCH PAPER GIS based Grid overlay method versus modeling approach - A comparative study for landslide hazard zonation ( LHZ ) in Meta Robi District of West Showa Zone in Ethiopia, 235-250.
- Madlazim, S. B. &. (2012). Pemetaan Topografi, Geofisika dan Geologi Kota Surabaya, 2(2), 23-28.
- Margottini, C., Canuti, P., & Sassa, K. (2013). *Landslide Science and Practice* (Vol. 7). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Putra, D. B. E., & Choanji, T. (2016). Preliminary Analysis of Slope Stability in Kuok and Surrounding Areas. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 41-44.  
<https://doi.org/10.24273/jgeet.2016.1.1.5>
- Raghuvanshi, T. K. (2019). Plane failure in rock slopes - A review on stability analysis techniques. *Journal of King Saud University - Science*, 31(1), 101-109.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.06.004>
- Sassa, K., Canuti, P., Yin, Y., & Programme, T. I. (2014). *Landslide Science for a Safer Geoenvironment* (Vol. 1). Springer International Publishing Switzerland.
- Shanmugam, G. (n.d.). The landslide problem, 4(2), 109-166.
- Tanjung, C. A. (2017). Longsor di Pangkalan Sumbar Dikabarkan Telan Korban Jiwa. Retrieved March 19, 2017, from <https://news.detik.com/berita/d-3437741/longsor-di-pangkalan-sumbar-dikabarkan-telan-korban-jiwa>
- Taylor, F. E., Malamud, B. D., Freeborough, K., & Demeritt, D. (2015). Geomorphology Enriching Great Britain ' s National Landslide Database by searching newspaper archives, 249, 52-68.
- Undang-Undang Republik Indonesia No 24 Tahun. (n.d.).
- Xu, C. (2015). Geoscience Frontiers Preparation of earthquake-triggered landslide inventory maps using remote sensing and GIS technologies : Principles and case studies, 6.
- Yuskar, Y., Putra, D. B. E., Suryadi, A., Choanji, T., & Cahyaningsih, C. (2017). Structural Geology Analysis In A Disaster-Prone Of Slope Failure, Merangin Village, Kuok District, Kampar Regency, Riau Province. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(4), 249-254.