



Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



Volume 22, No.2
Agustus 2024

KAJIAN STRUKTUR GEOLOGI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KESTABILAN LAHAN DI DAERAH PINO BARU DAN SEKITARNYA, KABUPATEN BENGKULU SELATAN, PROVINSI BENGKULU

Nova Heriani, Edy Sutriyono

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Email korespondensi: nofa12heriani@gmail.com; edy_sutriyono@unsri.ac.id

ABSTRAK

Desa Pino Baru merupakan salah satu wilayah administratif di Kecamatan Air Nipis, Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu. Studi ini berfokus memberikan informasi terkait kestabilan lahan di daerah Air Nipis dan sekitarnya yang didukung dengan fenomena geologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara struktur geologi dan implikasinya terhadap kestabilan lahan di daerah penelitian dengan didukung oleh Sistem Informasi dan Geografis (SIG) sehingga dalam penelitian ini diharapkan masyarakat dapat memahami dan sigap terhadap risiko bencana longsor di daerah sekitarnya. Studi ini juga di latarbelakangi dengan kejadian bencana longsor yang kerap terjadi di daerah penelitian. Struktur geologi berupa lipatan dan sesar menjadikan meningkatnya faktor risiko tanah longsor. Observasi lapangan didukung dengan analisis data struktur geologi untuk menginterpretasikan struktur daerah penelitian. Satuan batuan pada lokasi penelitian meliputi 2 formasi, yaitu: Formasi Seblat kemudian terendapkan Formasi Lemau yang terendapkan secara tidak selaras dengan kandungan litologi batuan sedimen berbutir halus. Berdasarkan observasi lapangan ditemukan 9 struktur geologi berupa Antiklin Suka Negeri, Sinklin Suka Negeri, Antiklin Sukarami, Sinklin Sukarami, Antiklin Pino Baru, dan Sinklin Pino Baru. Data yang telah dikumpulkan dilakukan beberapa analisis berupa analisis struktur geologi dengan menggunakan *software Win Tensor* dan *Dips* guna mengetahui gambaran struktur geologi di daerah penelitian, analisis *remote sensing* berupa NDVI untuk menampilkan tingkat kerapatan vegetasi, kemudian analisis *ruggedness index* menunjukkan tingkat resiko tanah yang tidak stabil, dan analisis *dissection index* menunjukkan tingkat resiko pergerakan tanah di daerah penelitian. Berdasarkan hasil analisis secara keseluruhan di daerah penelitian berupa: analisis struktur geologi yang menghasilkan peta geologi daerah penelitian memberikan gambaran arah orientasi struktur geologi daerah penelitian mayoritas mengarah pada NW-SE dengan kandungan litologi daerah penelitian termasuk ke dalam batuan yang memiliki sifat kompaksi yang lemah sehingga mudah tererosi dan mengalami longsor, analisis *remote sensing* berupa NDVI menunjukkan vegetasi yang tidak rapat dengan ditunjukkan warna kuning di peta NDVI, analisis *ruggedness index* menunjukkan nilai antara 0,46 – 0,65 yang cenderung sedang - tinggi sehingga termasuk ke lahan yang sangat mudah tererosi, analisis *dissection index* menunjukkan nilai antara 0,34 – 0,56 yang tergolong sedang hingga tinggi, kemudian didapatkan penarikan interpretasi bahwa wilayah dengan tingkat kerentanan longsor di daerah penelitian paling tinggi berada di Desa Batu Ampar, Desa Pino Baru, dan Desa Sukarami.

Kata kunci: Tanah Longsor, Struktur Geologi, Lipatan, Sesar, Bengkulu Selatan.

ABSTRACT

Pino Baru Village is one of the administrative areas in Air Nipis District, South Bengkulu Regency, Bengkulu Province. This study focuses on providing information regarding land stability in the Air Nipis area and its surroundings which is supported by geological phenomena. This research aims to identify the relationship between geological structures and their implications for land stability in the research area, supported by Geographical Information Systems (GIS) so that in this research it is hoped that the community can understand and be alert to the risk of landslides in

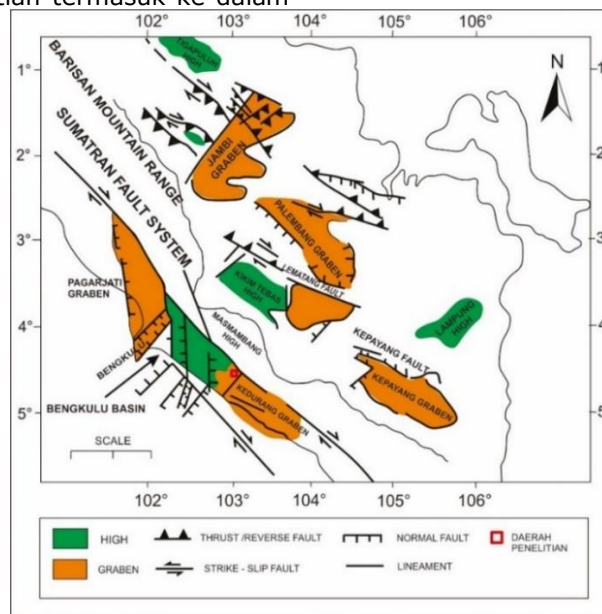
the surrounding area. Geological structures in the form of folds and faults increase the risk factor for landslides. Field observations are supported by analysis of geological structure data to interpret the structure of the research area. The rock units at the research location include 2 formations, namely: the Seblat Formation, then the Lemau Formation which were deposited in a discordant manner with the lithological content of fine-grained sedimentary rocks. Based on field observations, 9 geological structures were found in the form of the Suka Negeri Anticline, Suka Negeri Syncline, Sukarami Anticline, Sukarami Syncline, New Pino Anticline, and New Pino Syncline. The data that has been collected is subjected to several analyses in the form of geological structure analysis using Win Tensor and Dips software to determine the description of the geological structure in the research area, remote sensing analysis in the form of NDVI to display the level of vegetation density, then ruggedness index analysis shows the level of risk of unstable soil, and dissection index analysis shows the level of risk of ground movement in the study area. Based on the results of the overall analysis in the research area in the form of: geological structure analysis which produces a geological map of the research area that provides an overview of the orientation of the geological structure of the research area, the majority of which is towards NW-SE with the lithological content of the research area including rocks that have weak compaction properties so that it is easy to erode and experiencing landslides, remote sensing analysis in the form of NDVI shows sparse vegetation is shown in yellow on the NDVI map, ruggedness index analysis shows values between 0.46 – 0.65 which tends to be medium-high so it is included in the land that is very easily eroded, Dissection index analysis shows values between 0.34 – 0.56 which are classified as moderate to high, then an interpretation is obtained that the areas with the highest level of landslide vulnerability in the research area are in Batu Ampar Village, Pino Baru Village, and Sukarami Village.

Keywords: Landslide, Geological Structure, Fold, Fault, South Bengkulu.

PENDAHULUAN

Pada penelitian ini dilakukan di Desa Pino Baru dan sekitarnya, Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu yang ditunjukkan lokasinya dalam tatanan tektonik regional sumatera (Gambar 1). Secara geografis daerah penelitian berada di koordinat *latitude* -4° 2' 33" N dan *Longitude* 103° 8' 26" E dengan skala 1 : 25.000 dan luas 9 x 9 km. Secara geologi, daerah penelitian termasuk ke dalam

Cekungan Bengkulu tepatnya di Formasi Seblat dan Formasi Lemau yang memiliki kandungan sedimen (Yulihanto et al., 1995a). Dalam geologi regional juga daerah Pino Baru tergolong ke dalam peta Lembar Manna dan Enggano skala 1 : 250.000 (Amin et al., 1993). Daerah ini menunjukkan tanda-tanda aktivitas tektonik yang mencakup pembentukan retakan dan lipatan dalam batuan.

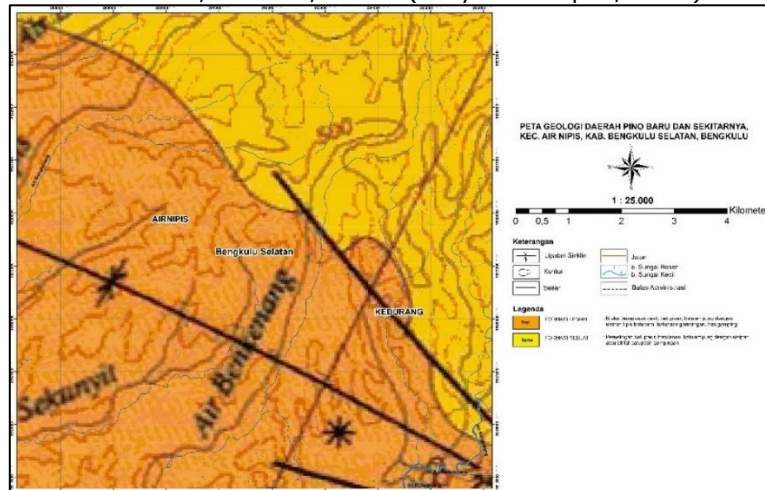


Gambar 1. Peta Peta memperlihatkan tatanan tektonik di Cekungan Bengkulu (Darman & Sidi, 2000).

Daerah Pino Baru merupakan bagian dari efek dari perubahan tektonik yang terjadi di Cekungan Bengkulu selama periode pliosen hingga plistosen (Yulihanto et al., 1995). Berdasarkan geologi regional Bengkulu berada di cekungan busur depan pulau Sumatera (Kusnana and Sukarna, 1992). Fase tektonik pembentukan cekungan berupa Sistem Graben Paleogen dan Sistem Graben Neogen yang merupakan dua rangkaian tektonik yang diakui di Cekungan Bengkulu (Wirasatia et al., 2009). Fase tektonik Sistem Graben Paleogen-Eosen merupakan fase tektonik tensional yang membentuk cekungan yang menarik atau renggang (Yulihanto et al., 1995).

Pada Oligo - Miosen memperlihatkan permulaan tektonik Sistem Graben Fase Neogen, suatu peristiwa tektonik transtensional yang pergerakan dekstralnya diatur oleh pola sesar berarah SE - NW dari sistem sesar mentawai dan Sumatera. Akibatnya, Cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Bengkulu terpecah (Yulihanto et al., 1995). Tiga pola arah dapat ditemukan dalam arah orientasi struktur geologi regional tertentu: NE-S, SE-NW, dan

N-S (Yulihanto et al., 1995). Pada Cekungan Bengkulu menurut (Amin et al., 1993) mencakup beberapa formasi, antara lain; Formasi Hulusimpang (Tomh), Formasi Seblat (Toms), Formasi Lemau (Tml), Formasi Bal (Tmb), Formasi Simpangaur (Tmps), Formasi Bintunan (Qtb), dan Endapan Aluvium (Qhv) yang hingga akhirnya membentuk stratigrafi Bengkulu. Daerah penelitian mencakup 2 formasi (Gambar 2), yaitu Formasi Seblat dengan umur Miosen Awal - Miosen Akhir kemudian Formasi Lemau berumur Miosen Tengah - Akhir yang terendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Seblat (Hermes Panggabean & R. Heryanto, 2009). Stratigrafi daerah penelitian memberikan penjelasan terkait lingkungan pengendapan daerah penelitian dari batial atas hingga neritik luar (Gambar 3). Batuan penyusun daerah penelitian termasuk ke dalam batuan yang memiliki sifat kompaksi yang lemah atau lapuk tinggi sehingga memberikan pengaruh terhadap pergerakan massa batuan sehingga mudah tererosi dan mengalami longsoran (Mulyono & Iqbal, 2015).



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Manna dan Enggano (Amin et al., 2012).

Umur			Lithostratigrafi	Formasi	Litologi	Lingkungan Pengendapan
Neogen	Miosen	Akhir	Tml	Formasi Lemau	Batupasir, batugamping, dan batulempung	Neritik Tepi - Neritik Luar
		Tengah	Toms	Formasi Seblat	Batupasir dan batulanau	Batial Atas
		Awal				

Gambar 3. Stratigrafi Daerah Penelitian (Amin et al., 1993).

Pino Baru dan sekitarnya termasuk tingkat kelas tinggi dalam kerawanan tanah longsor (BNPB, 2022). Tanah longsor merupakan suatu peristiwa terjadinya pergerakan massa batuan yang menyebabkan terganggunya kandungan penyusun batuan yang ada pada suatu lereng. Adapun ciri adanya longsor yaitu vegetasi, material tanah, dan batuan yang mengalami denudasi sehingga beberapa lokasi penelitian mengalami kikisan. Daerah penelitian sebagian terdapat wilayah yang topografinya terdapat perbukitan sehingga hal ini dapat menjadi pemicu terjadinya longsor akibat kemiringan lereng daerah tersebut dan umumnya lahan di daerah tersebut digunakan sebagai perkebunan. Kemudian daerah penelitian memiliki potensi struktur geologi permukaan sehingga dapat mempengaruhi kestabilan lereng. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya longsor, baik disekitar daerah penelitian maupun daerah lain. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan lahan dan implikasinya berdasarkan data struktur geologi dan pengindraan jauh di Desa Pino Baru dan sekitarnya, Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu.

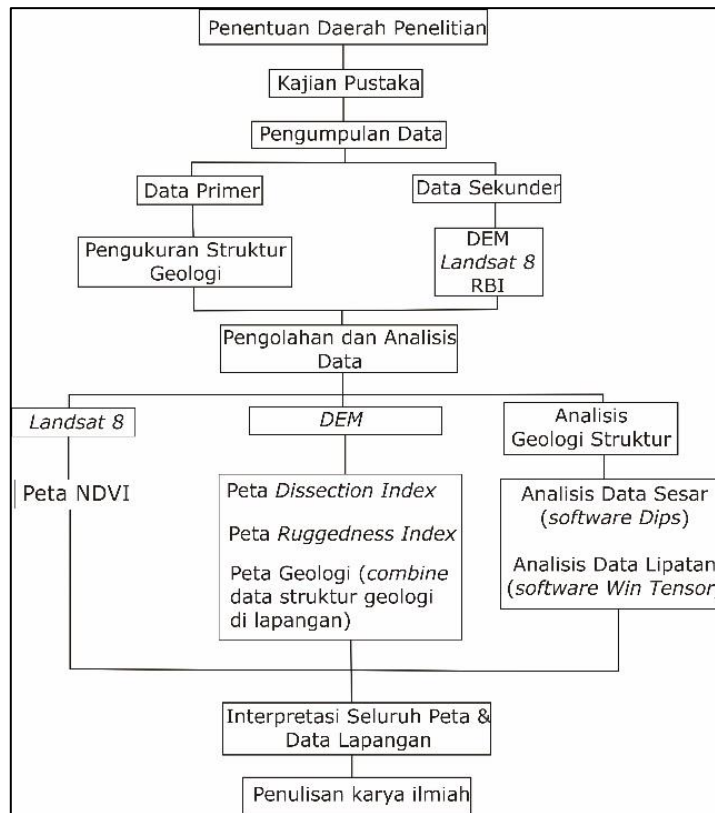
METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan studi literatur kemudian pengumpulan data dalam bentuk data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang digunakan berupa data struktur geologi sedangkan data sekunder berupa data *Digital Elevation Model* (DEM), Rupa Bumi Indonesia (RBI), dan *remote sensing* (Landsat 8). Penelitian dilakukan pada daerah tersebut khususnya tektonik dan struktur geologi dengan adaptasi beberapa bentuk metode analisis berupa metode pemetaan geologi dan pengambilan data struktur geologi pada singkapan batuan (Fajri et al., 2017). Dari data struktur dilakukan analisis stereografis menggunakan *software Dips* dengan bantuan stereonet V10 ((Allmendinger, 2012; Cardozo et al., 2013). Kemudian, dalam menganalisis data struktur geologi berupa lipatan diproses dengan menggunakan metode *software Win Tensor*, dengan menghasilkan proyeksi stereografis sehingga dapat mengetahui jenis lipatan, geometri dan kinematika yang telah berkembang pada struktur tersebut. Analisis sesar dilakukan dengan berlandaskan pada data singkapan struktur sesar berupa

slickenside dan kedudukan bidang sesar untuk mengetahui arah tegasan utamanya sehingga didapatkan rekaman struktur yang telah berkembang pada masa lampau. Setelah analisis struktur dilakukan, lalu dihasilkan peta geologi untuk menginterpretasikan sebaran struktur geologi di lokasi penelitian dan arah orientasi dominan pada daerah penelitian dengan menghubungkan dengan sejarah geologi regional cekungan Bengkulu. Parameter dalam Sistem Informasi dan Geografis (SIG) yang digunakan untuk menganalisis rawan longsor pada penelitian ini diantaranya NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), *ruggedness index*, dan *dissection index*.

Parameter yang menggunakan citra *Landsat 8* yaitu NDVI yang memiliki fungsi untuk mengetahui tingkat kerapatan vegetasi. Apabila suatu wilayah memiliki kondisi yang vegetasinya rapat maka kestabilan lereng yang cukup kuat dikarenakan oleh siklus hidrologi yang terjadi mengalami keseimbangan (Nursa'ban et al., 2010). Klasifikasi tingkat kehijauan semakin tinggi nilai index NDVI maka tingkat kerapatan vegetasinya tinggi (Nursa'ban et al., 2010). Parameter NDVI memperlihatkan mengenai indeks kerapatan vegetasi (Gandhi et al., 2015) terhadap tingkat kerawanan longsor yang terjadi di daerah penelitian. Menurut (Sahoo et al., 2018) NDVI mendeteksi wilayah dengan berdasarkan tingkat kerapatan vegetasi. Hal ini sangat berkaitan dengan tingkat kestabilan lereng dikarenakan vegetasi memiliki akar untuk menahan tanah yang ada di muka lereng.

Kemudian parameter yang menggunakan data DEM antara lain: parameter *Ruggedness Index* dan parameter *Dissection Index*. *Ruggedness Index* menjelaskan mengenai tingkat kestabilan permukaan tanah. Semakin tinggi nilai indeks maka semakin mudah suatu lahan mengalami erosi atau tidak stabil (Strahler, 1952). Berdasarkan parameter *Ruggedness Index* menjelaskan apabila nilai yang ditunjukkan itu rendah maka sedikit fragmentasi relief pada permukaan tanah oleh karena itu suatu lahan dapat mengalami erosi yang relatif tinggi dengan kemiringan yang landai (Basu & Pal, 2019); dan parameter *Dissection Index* menjelaskan mengenai besarnya gerakan atau ketidakstabilan suatu lahan. Semakin tinggi nilai index maka semakin besar pergerakan tanah (Basu and Pal, 2019).



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

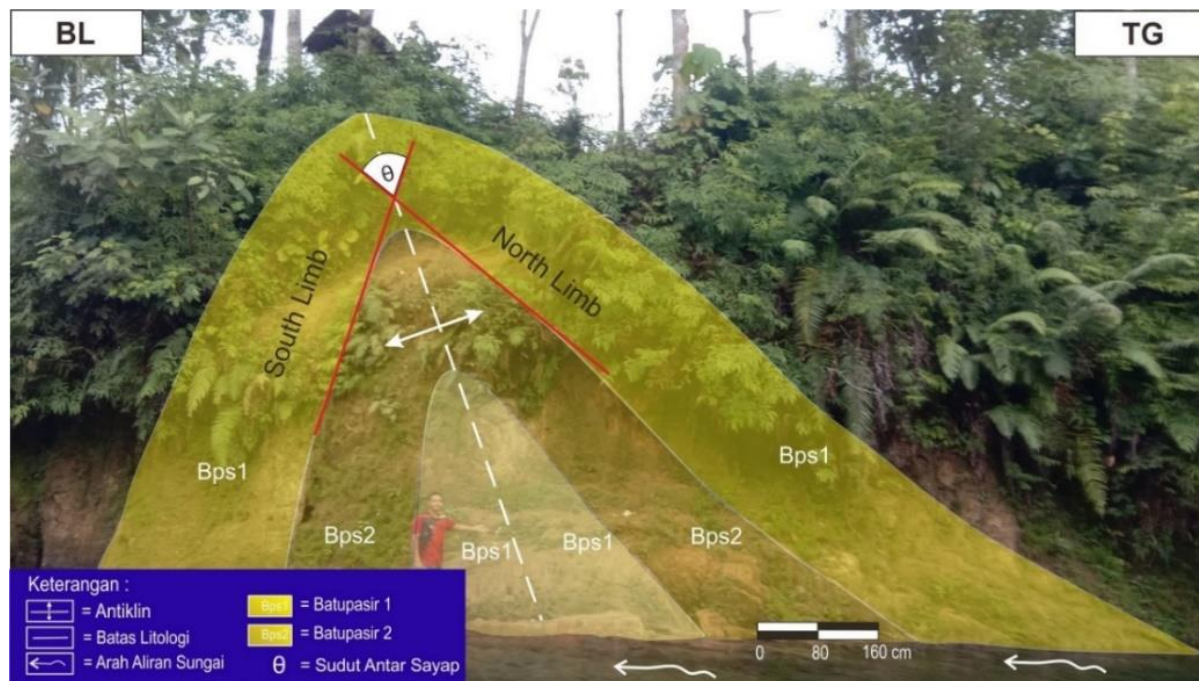
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi dan pengukuran di lapangan, pada daerah penelitian ditemukan 2 jenis struktur berupa lipatan dan sesar. Pada struktur lipatan terdiri dari 6 lipatan antara lain: Antiklin Suka Negeri, Sinklin Suka Negeri, Antiklin Sukarami, Sinklin Sukarami, Antiklin Pino Baru, dan Sinklin Pino Baru. Sedangkan struktur sesar di daerah penelitian terdiri dari 3 sesar antara lain: Sesar Naik Sukarami, Sesar Turun Sukarami, dan Sesar Mendatar Mengiri Suka Maju. Penamaan struktur menggunakan nama desa berdasarkan dominan posisi struktur tersebut.

Lipatan Antiklin Suka Negeri

Lipatan Antiklin Suka Negeri merupakan jenis struktur lipatan yang berada di ujung Barat-

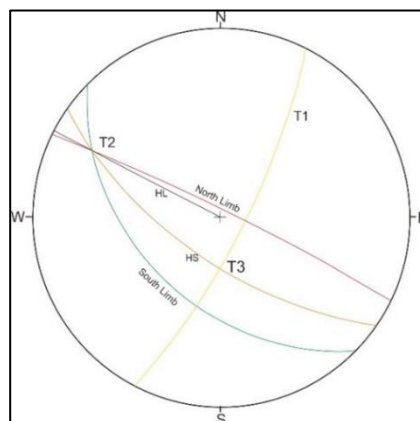
Barat Daya daerah penelitian tepatnya pada Formasi Lemau dengan litologi berupa batupasir yang memiliki arah jurus lipatan WSW – ENE. Struktur lipatan didapatkan pada singkapan batupasir yang mengalami perlipatan dan tersingkap bagian puncak lipatan yang diinterpretasikan sebagai Antiklin Suka Negeri di Sungai Air Nipis (Gambar 5). Terdapat beberapa data pengukuran lapangan yang digunakan untuk menganalisis lebih lanjut struktur pada singkapan (Tabel 1) dengan melakukan penarikan klasifikasi sehingga didapatkan nama struktur *Steeply Inclined Gently Plunging* (Fluety, 1964; Fossen, 2010) yang kemudian di analisis menggunakan *software Dips* dengan tujuan memperjelas arah orientasi struktur dan arah gaya yang mempengaruhi (Gambar 6).



Gambar 5. Struktur Lipatan Antiklin Suka Negeri pada koordinat E 287359 N 9515625 di Desa Suka Negeri, Sungai Air Nipis.

Tabel 1. Data Struktur dan Analisis Lipatan Antiklin Suka Negeri

<i>Limb North</i>	: N 296° E/85°
<i>Limb South</i>	: N 135° E/42°
<i>Hinge Surface</i>	: N 125° E /64°
<i>Hinge line</i>	: 15°, N 297° E
σ_1	: 22°, N 348° E
σ_2	: 15°, N 297° E
σ_3	: 59°, N 180° E
Steeply Inclined Gently Plunging (Fluety, 1964; Fossen, 2010)	



Gambar 6. Model Analisis Stereografis Antiklin Suka Negeri Menggunakan software *Dips*.

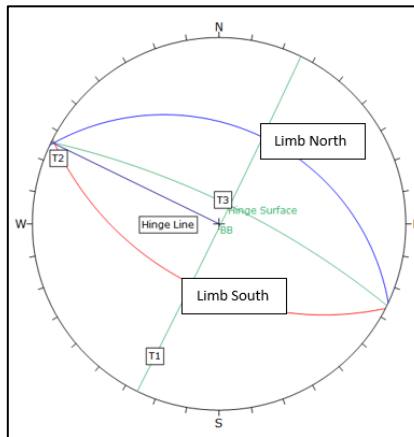
Lipatan Sinklin Suka Negeri

Struktur Lipatan Sinklin Sukarami di dapatkan menggunakan data kedudukan di daerah penelitian. Terdapat beberapa data pengukuran lapangan yang digunakan untuk menganalisis lebih lanjut struktur pada singkapan (Tabel 2) dengan melakukan penarikan klasifikasi

sehingga didapatkan nama struktur *Steeply Inclined Horizontal Plunging* (Fluety, 1964; Fossen, 2010) yang kemudian di analisis menggunakan *software Dips* dengan tujuan memperjelas arah orientasi struktur dan arah gaya yang mempengaruhi (Gambar 7).

Tabel 2. Data Struktur dan Analisis Lipatan Sinklin Suka Negeri

<i>Limb North</i>	: N 295° E/35°
<i>Limb South</i>	: N 117° E/51°
<i>Hinge Surface</i>	: N 296° E/77°
<i>Hinge line</i>	: 01°,N 295° E
σ_1	: 14°,N 205° E
σ_2	: 01°,N 295° E
σ_3	: 76°,N 036° E
<i>Steeply Inclined Horizontal Plunging</i> (Fluety, 1964; Fossen, 2010)	



Gambar 7. Model Analisis Stereografis Sinklin Suka Negeri Menggunakan *software Dips*.

Lipatan Antiklin Sukarami

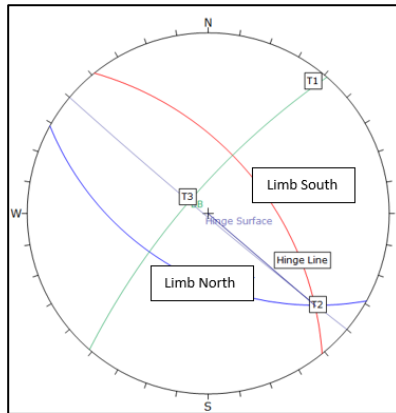
Struktur Lipatan Antiklin Sukarami dengan didapatkan menggunakan data kedudukan di daerah penelitian. Terdapat beberapa data pengukuran lapangan yang digunakan untuk menganalisis lebih lanjut struktur pada singkapan (Tabel 3) dengan melakukan

penarikan klasifikasi sehingga didapatkan nama struktur *Steeply Gently Plunging* (Fluety, 1964; Fossen, 2010) yang kemudian di analisis menggunakan *software Dips* dengan tujuan memperjelas arah orientasi struktur dan arah gaya yang mempengaruhi (Gambar 8).

Tabel 3. Data Struktur dan Analisis Lipatan Antiklin Sukarami

<i>Limb North</i>	: N 321° E/55°
<i>Limb South</i>	: N 117° E/51°
<i>Hinge Surface</i>	: N 130° E/88°
<i>Hinge line</i>	: 13°,N 130° E
σ_1	: 03°,N 040° E
σ_2	: 13°,N 129° E

σ_3	: 75°, N 301° E
Steeply Gently Plunging (Fluety, 1964; Fossen, 2010)	

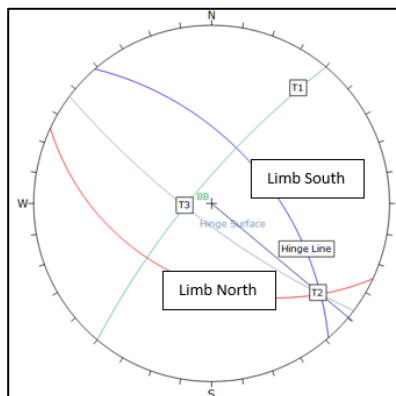
Gambar 8. Model Analisis Stereografis Antiklin Sukarami Menggunakan *software Dips*.**Lipatan Sinklin Sukarami**

Struktur Lipatan Sinklin Sukarami dengan didapatkan menggunakan data kedudukan di daerah penelitian. Terdapat beberapa data pengukuran lapangan yang digunakan untuk menganalisis lebih lanjut struktur pada singkapan (Tabel 4) dengan melakukan

penarikan klasifikasi sehingga didapatkan nama struktur *Steeply Inclined Gently Plunging* (Fluety, 1964; Fossen, 2010) yang kemudian di analisis menggunakan *software Dips* dengan tujuan memperjelas arah orientasi struktur dan arah gaya yang mempengaruhi (Gambar 9).

Tabel 4. Data Struktur dan Analisis Lipatan Sinklin Sukarami

<i>Limb North</i>	: N 319° E/55°
<i>Limb South</i>	: N 115° E/42°
<i>Hinge Surface</i>	: N 127° E/78°
<i>Hinge line</i>	: 13°, N 129° E
σ_1	: 11°, N 036° E
σ_2	: 13°, N 129° E
σ_3	: 71°, N 262° E
Steeply Inclined Gently Plunging (Fluety, 1964; Fossen, 2010)	

Gambar 9. Model Analisis Stereografis Sinklin Sukarami Menggunakan *software Dips*.

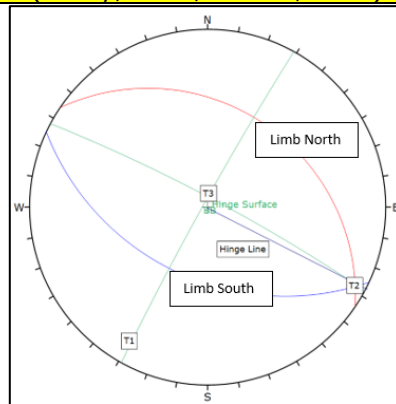
Lipatan Antiklin Pino Baru

Struktur Lipatan Antiklin Pino Baru dengan didapatkan menggunakan data kedudukan di daerah penelitian. Terdapat beberapa data pengukuran lapangan yang digunakan untuk menganalisis lebih lanjut struktur pada singkapan (Tabel 5) dengan melakukan

penarikan klasifikasi sehingga didapatkan nama struktur *Steeply Inclined Gently Plunging* (Fluety, 1964; Fossen, 2010) yang kemudian di analisis menggunakan *software Dips* dengan tujuan memperjelas arah orientasi struktur dan arah gaya yang mempengaruhi (Gambar 10).

Tabel 5. Data Struktur dan Analisis Lipatan Antiklin Pino Baru

<i>Limb North</i>	: N 304° E/31°
<i>Limb South</i>	: N 115° E/46°
<i>Hinge Surface</i>	: N 298° E/84°
<i>Hinge line</i>	: 03°, N 117° E
σ_1	: 07°, N 209° E
σ_2	: 03°, N 117° E
σ_3	: 81°, N 002° E
<i>Upright Horizontal</i> (Fluety, 1964; Fossen, 2010)	

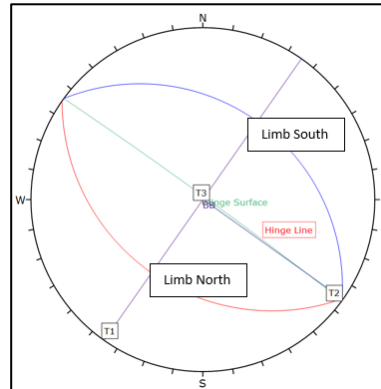
Gambar 10. Model Analisis Stereografis Antiklin Pino Baru Menggunakan *software Dips*.**Lipatan Sinklin Pino Baru**

Struktur Lipatan Sinklin Pino Baru dengan didapatkan menggunakan data kedudukan di daerah penelitian. Terdapat beberapa data pengukuran lapangan yang digunakan untuk menganalisis lebih lanjut struktur pada singkapan (Tabel 6) dengan melakukan

penarikan klasifikasi sehingga didapatkan nama struktur *Upright Horizontal* (Fluety, 1964; Fossen, 2010) yang kemudian di analisis menggunakan *software Dips* dengan tujuan memperjelas arah orientasi struktur dan arah gaya yang mempengaruhi (Gambar 11).

Tabel 6. Data Struktur dan Analisis Sinklin Pino Baru

<i>Limb North</i>	: N 304° E/31°
<i>Limb South</i>	: N 125° E/35°
<i>Hinge Surface</i>	: N 306° E/88°
<i>Hinge line</i>	: 02°, N 124° E
σ_1	: 02°, N 215° E
σ_2	: 02°, N 124° E
σ_3	: 85°, N 347° E
<i>Upright Horizontal</i> (Fluety, 1964; Fossen, 2010)	

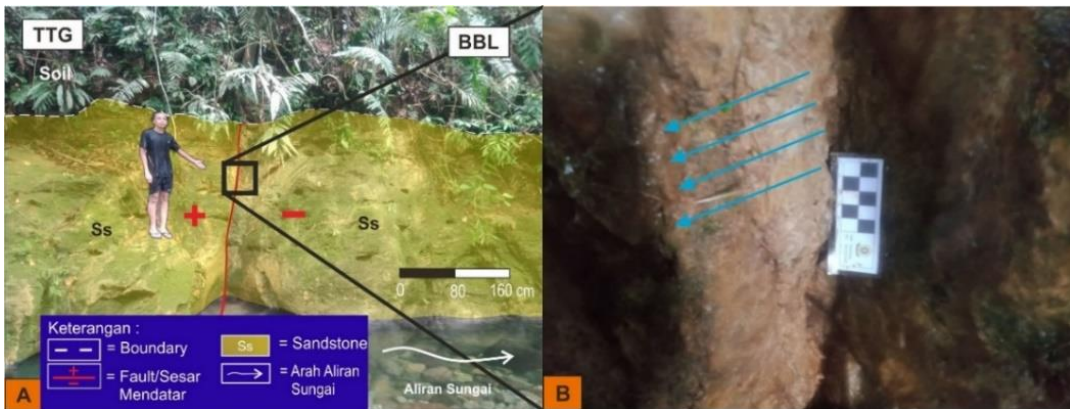


Gambar 11. Model Analisis Stereografis Sinklin Pino Barui Menggunakan *software Dips*.

Sesar Mendatar Mengiri Suka Maju

Sesar Mendatar Mengiri Suka Maju terletak di bagian utara Desa Suka Maju, lebih tepatnya ditemukan pada anak Sungai Air Nipis (Gambar 12). Kondisi lapangan dimana sesar tersebut berada di daerah aliran Sungai Air Nipis. Identifikasi keberadaan sesar dibuktikan pada gores garis (*slickenside*) pada litologi batupasir Formasi Seblat. Berdasarkan hasil analisis lapangan didapatkan beberapa nilai data struktur (Tabel 7). Singkapan ini memiliki 1 litologi berupa

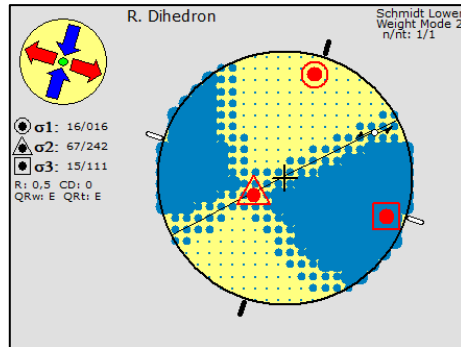
batupasir halus Formasi Seblat. Hal yang mempengaruhi keterbentukan struktur dari singkapan tersebut adalah diawali dengan adanya gaya *compression* yang bekerja pada daerah tersebut. Berdasarkan hasil gores garis yang dihasilkan maka dapat diketahui adanya pergerakan sesar dengan cara mengobservasi dari kasar ke halus. Berdasarkan pengukuran lapangan dan dilakukan analisis data lapangan didapatkan nilai bidang sesar N 243° E/89° dengan nilai *pitch* 22°.



Gambar 12. (A). Kenampakan Sesar Mendatar Mengiri Suka Maju pada koordinat E 288742 N 9523024 yang ditunjukkan pada bidang *offset* lapisan; (B). gores garis pada bidang sesar di Sungai Air Nipis, Desa Suka Maju.

Tabel 7. Data Struktur dan Analisis Sesar Mendatar Mengiri Suka Maju

Bidang Sesar	N 243° E/89°
<i>Net Slip</i>	22°, N 063° E
<i>Rake/Pitch</i>	22°
Normal Left Slip Fault (Rickard, 1972)	
Vertical Strike-Slip Fault (Fossen, 2010)	

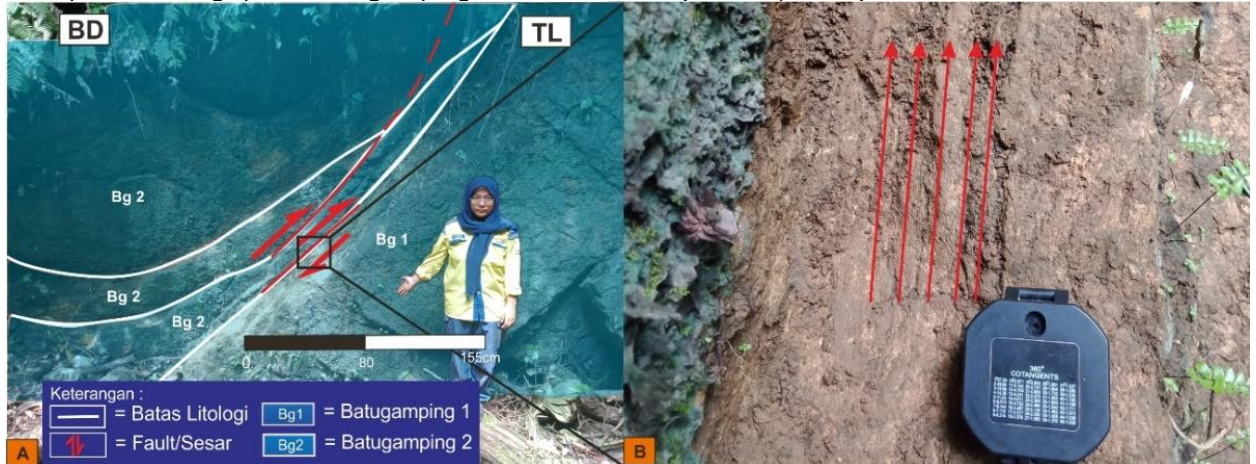


Gambar 13. Model analisis stereografis Sesar Mendatar Suka Maju menggunakan *software Win Tensor*.

Sesar Naik Sukarami

Struktur Sesar Naik Sukarami merupakan sesar yang terletak di Timur Laut Desa Sukarami, lebih tepatnya pada anak Sungai Air Bengkenang (Gambar 14). Kondisi singkapan terlihat baik namun sedikit adanya proses pelapukan, ditemukan keberadaan sesar yang merupakan litologi pada batugamping Formasi

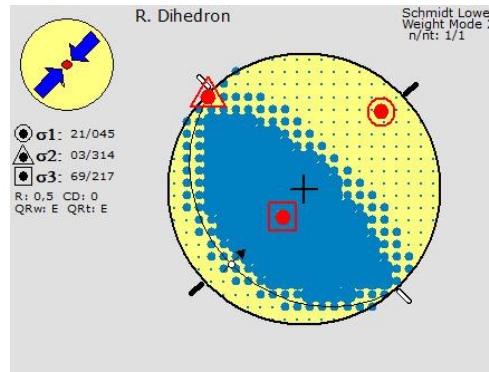
Seblat. Terdapat 2 litologi pada singkapan sesar naik sukarami, yaitu batugamping 1 dan batugamping 2. Berdasarkan data struktur (Tabel 7) terlampir bidang sesar N 139° E/24° dengan nilai *rake* 85° dengan nilai *plunge* 59°. Kemudian dilakukan model analisis stereografis sehingga didapatkan nama struktur *Thrust Slip Fault* (Rickard, 1972).



Gambar 14. (A). Kenampakan Sesar Naik Sukarami pada koordinat E 292699 N 9519217; (B). gores garis sesar di Anak Sungai Air Bengkenang, Desa Sukarami.

Tabel 8. Data Analisis Struktur Sesar Naik Sukarami

Bidang Sesar	N 139° E /24°
<i>Net Slip</i>	64°, N 224° E
<i>Rake/Pitch</i>	85°
<i>Thrust Slip Fault</i> (Rickard, 1972)	
<i>Horizontal Dip-Slip Fault</i> (Fossen, 2010)	

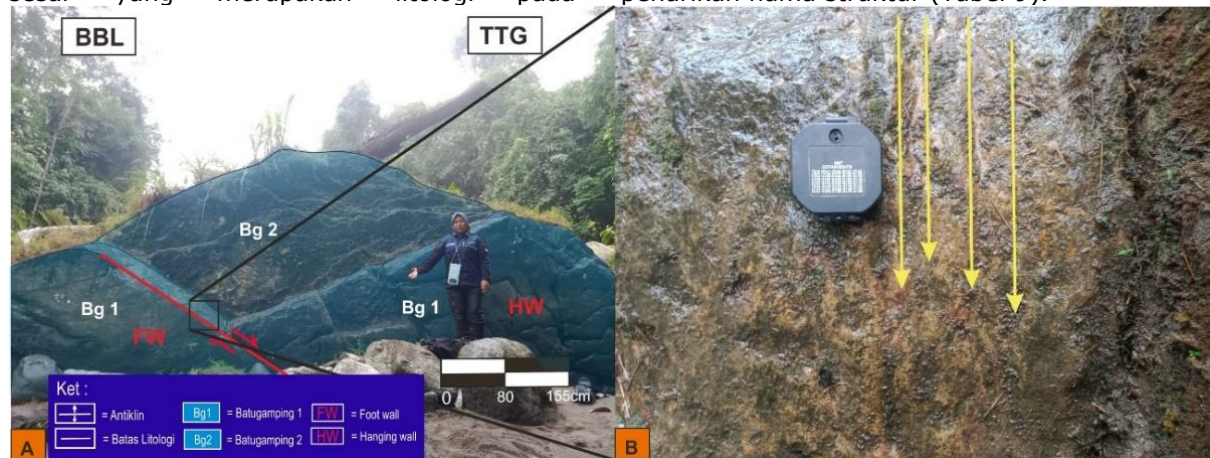


Gambar 15. Model analisis stereografis Sesar Naik Sukarami menggunakan *software Win Tensor*.

Sesar Turun Sukarami

Sesar Sukarami ini terletak di Timur Laut Desa Sukarami, lebih tepatnya pada anak Sungai Air Bengkenang (Gambar 16). Kondisi singkapan terlihat baik namun sedikit ada nya proses pelapukan, ditemukan keberadaan sesar yang merupakan litologi pada

batugamping Formasi Seblat. Berdasarkan hasil data analisis lapangan (Tabel 8) didapatkan nilai bidang sesar N 043° E / 34° dengan nilai *rake* 88° dengan nilai *plunge* 59° dan *trend* N 180° E. Kemudian dilakukan model analisis stereografis sehingga didapatkan penarikan nama struktur (Tabel 9).



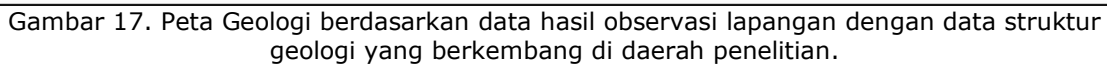
Gambar 16. (A). Kenampakan Sesar Turun Sukarami pada koordinat E 292903 N 9519121; (B). gores garis sesar, Sungai Air Bengkenang, Desa Sukarami.

Tabel 9. Data Struktur dan Analisis Struktur Sesar Naik Sukarami

Bidang Sesar	N 043° E / 53°
<i>Net Slip</i>	53°, N 136° E
<i>Rake/Pitch</i>	88°
<i>Normal Slip Fault</i> (Rickard, 1972)	
<i>Dip-Slip Dominated Fault</i> (Fossen, 2010)	

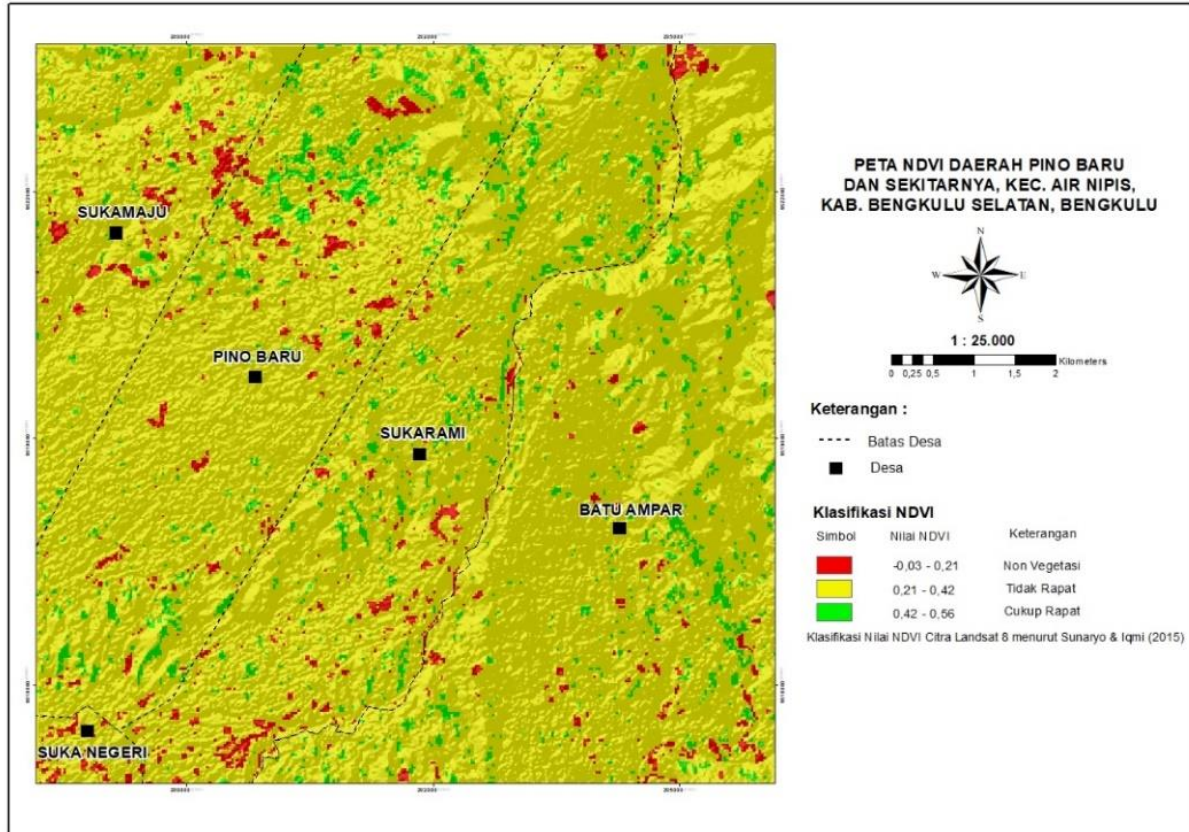
Cekungan Bengkulu berada di posisi busur depan (*fore arc* basin) (Barber & Crow, 2003) jika dilihat berdasarkan tatanan tektonik sumatera. Aktivitas tektonik daerah penelitian dikenali oleh tektonik cekungan yang terbagi menjadi tiga episode berdasarkan urutan waktunya, yaitu berumur Oligosen – Miosen, kedua berumur Miosen Tengah – Akhir, dan ketiga berumur Pliosen – Plistosen. Proses pertama, yaitu fase tektonik transtensional

pada dua sistem sesar, yaitu *Sumatran Fault System* (SFS) menghasilkan produk graben Pagarjati di bagian atas dan graben Kedurang di bagian bawah Cekungan Bengkulu dan menindih sistem graben yang berumur Paleosen – Eosen. Aktivitas tektonik transtensional menghasilkan produk sesar mendatar berarah NW – SE dan sesar normal yang berarah U – S dan juga teridentifikasi berarah NW – SE. Proses tektonik tensional



tinggi disimbolkan dengan warna hijau. Hal ini memberikan gambaran bahwa vegetasi yang ada pada wilayah tersebut tergolong tinggi dengan kisaran nilai index 0,42 – 0,56. Vegetasi memiliki kelebihan dalam menjaga keseimbangan siklus hidrologi (Nursa'ban et al., 2010). Pada daerah penelitian didominasi pada vegetasi yang tidak rapat. Penggunaan lahan hutan di lokasi penelitian sebagian besar digunakan sebagai lahan perkebunan dengan beragam jenis vegetasi, posisi jarak menanam yang memberikan tingkat kelas kerapatan

vegetasi tidak rapat atau berwarna kuning.

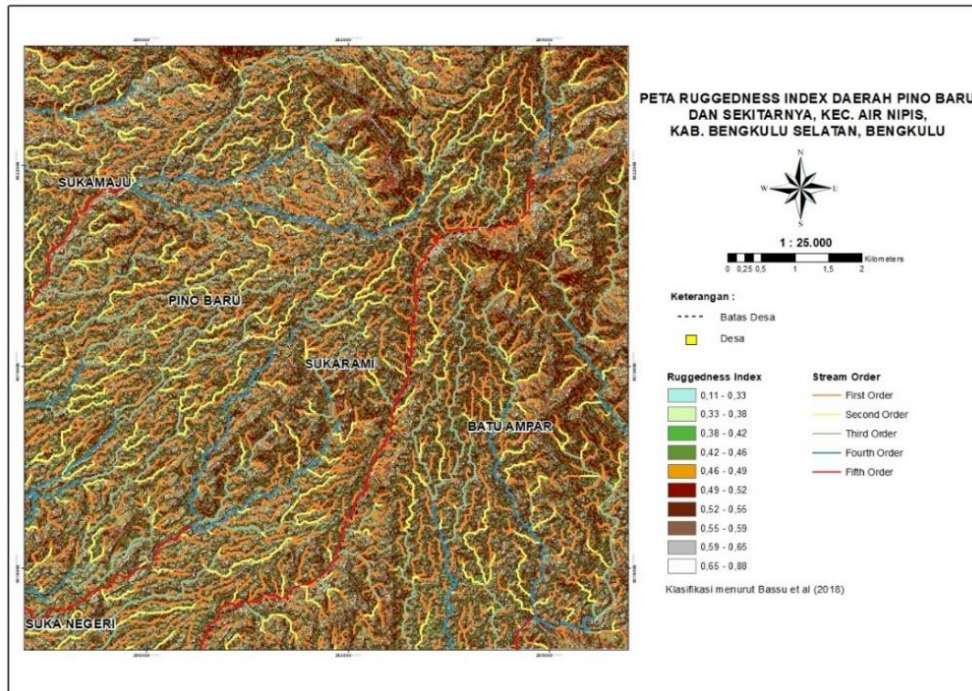


Gambar 18. Peta NDVI Daerah Penelitian dengan menggunakan Citra *Landsat 8*.

PARAMETER *RUGGEDNESS INDEX*

Pada daerah penelitian nilai *ruggedness index* 0,46–0,65 menempati arah WNW dan NE yang cenderung sedang – tinggi berwarna oren hingga coklat ke abuan, sehingga termasuk ke lahan yang sangat mudah tererosi (Gambar 19). Wilayah yang tergolong sangat mudah tererosi memberikan gambaran bahwa wilayah

tersebut beresiko tinggi terkena tanah longsor, kemudian apabila curah hujan tinggi akan membuat peluang terkena bencana longsor menjadi tinggi. Beberapa desa yang tergolong tinggi indexnya antara lain: Desa Batu Ampar, Desa Suka Maju, Desa Sukarami, dan Desa Pino Baru (bagian Timur Laut).

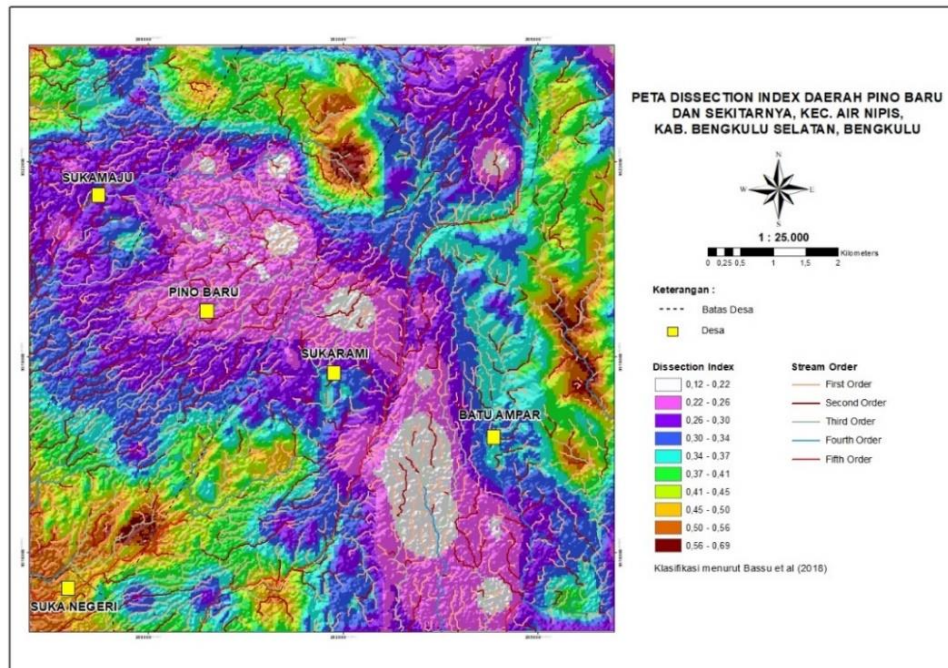


Gambar 19. Peta *Ruggedness Index* daerah penelitian.

PARAMETER DISSECTION INDEX

Daerah yang memiliki *dissection index* yang tinggi berada pada arah WSW – NE dengan nilai index antara 0,34 – 0,56 yang tergolong sedang hingga tinggi berwarna hijau toska hingga kecoklatan tua (Gambar 20). Berdasarkan hasil peta *dissection index*, menunjukkan bahwa dalam 1 desa tidak semua wilayahnya itu

memiliki resiko pergerakan tanah yang tinggi. Desa yang memiliki resiko pergerakan tanah yang tinggi antara lain: Desa Batu Ampar (Arah Utara dan Timur), Desa Sukarami (Arah Barat Daya), Desa Suka Negeri, dan Desa Pino Baru (Arah Timur Laut). Semakin tinggi resiko pergerakan tanah maka memperbesar resiko tanah longsor di wilayah tersebut.



Gambar 20. Peta *Dissection Index* Daerah Penelitian.

Berdasarkan beberapa analisis yang dilakukan seperti analisis struktur geologi, peta geologi, analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), analisis *ruggedness index*, dan analisis *dissection index* didapatkan bahwa daerah yang memiliki tingkat kerentanan longsor yang tinggi di dominasi pada arah WSW-NE. Hal ini sejalan dengan struktur geologi yang didominasi pada arah WSW - NE. Peta geologi daerah penelitian menunjukkan pada arah WSW memiliki litologi dengan tingkat kekompakan rendah. Berdasarkan analisis NDVI daerah WSW-NE didominasi oleh kerapatan vegetasi yang kurang rapat sehingga memungkinkan terjadinya potensi longsor. Berdasarkan *ruggedness index* pada arah WSW-NE daerah penelitian didominasi oleh nilai 0,46-0,65 (sedang hingga tinggi) yang menunjukkan tanah semakin kurang stabil sehingga rentan terjadinya longsor. Berdasarkan *dissection index* pada arah WSW-NE daerah penelitian didominasi oleh nilai 0,34-0,56 (sedang hingga tinggi) yang menunjukkan pergerakan tanah semakin besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi dapat disimpulkan bahwa daerah Pino Baru didominasi dengan struktur geologi berupa struktur lipatan dan sesar. Struktur lipatan yang bnerdapat pada daerah penelitian terdiri dari 6 lipatan antara lain: Antiklin Suka Negeri, Sinklin Suka Negeri, Antiklin Sukarami, Sinklin Sukarami, Antiklin Pino Baru, dan Sinklin Pino Baru. Sedangkan, struktur sesar di daerah penelitian terdiri dari 3 sesar antara lain: Sesar Naik Sukarami, Sesar Turun Sukarami, dan Sesar Mendatar Mengiri Suka Maju. Analisis NDVI menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi yang kurang rapat sehingga dapat diinterpretasikan vegetasi pada daerah penelitian sudah berkurang dengan didukung oleh banyak lahan yang digarap masyarakat u ntuk digunakan sebagai pertanian dan perkebunan baik secara legal maupun ilegal. Parameter *ruggedness index* menunjukkan daerah penelitian memiliki resiko tanah yang sudah tidak stabil dengan interval sedang - tinggi. Parameter *dissection index* menunjukkan daerah penelitian memiliki resiko pergerakan tanah dengan interval sedang - tinggi. Dari parameter *ruggedness index* maupun *dissection index* sangat berkaitan erat

hasilnya bahwa daerah penelitian memiliki kerentanan terhadap longsor. Sehingga dapat memberikan interpretasi bahwa daerah dengan tingkat kerentanan longsor di daerah penelitian paling tinggi berada pada arah WSW-ENE atau di Desa Batu Ampar, Desa Pino Baru, dan Desa Sukarami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada koordinator Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya yang telah memberikan izin untuk mempublikasikan karya ilmiah yang akan digunakan sebagai bagian dalam proses tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Allmendinger, R.W., 2012. Manual Fault Fold Forward v.6. Geological Society of America Abstracts with Programs 1-19.
- Amin, T.C., Kusnama, R.E., Gofoer, S., 1993. Peta Geologi Lembar Manna dan Enggano Skala (1:25.000) .
- Amin, T.C., Kusnama., Rustandi E., Gafoer., 2012. Peta Geologi Lembar Manna dan Enggano Sumatera, skala 1: 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Barber, A.J., Crow, M.J., 2003. An Evaluation of Plate Tectonic Models for The Development of Sumatera, 01 ed. Gondwana Research.
- Basu, T., Pal, S., 2019. RS-GIS based morphometrical and geological multi-criteria approach to the landslide susceptibility mapping in Gish River Basin, West Bengal, India. *Advances in Space Research* 63, 1253-1269.
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2018.10.033>
- BNPB, 2022. Katalog Desa/Kelurahan Rawan Tanah Longsor. Tim Penyusun RBI Direktorat PRB, Jakarta.
- Cardozo, N., Bawa-Bhalla, K., Zehnder, A.T., Allmendinger, R.W., 2013. Model Mekanis Lipatan Perambatan Sesar dan Perbandingan dengan Model Kinematik Trishear. *Jurnal Geologi Struktural* 25, 1-18.
- Darman, H., Sidi, F.H., 2000. An outline of the geology of Indonesia. Indonesian Association of Geologists, Jakarta.
- Fajri, S.N., Amanda, R.R., Zuhri, W., Sutriyono, D.E., 2017. PERKEMBANGAN STRUKTUR GEOLOGI TERSIER AKHIR-KUARTER PADA BAGIAN UTARA SUB-CEKUNGAN MANNA, BENGKULU, Seminar Nasional AVoER IX.
- Fluety, M.J., 1964. The Description of Folds. *Proceedings of the Geologist Association*, pp. 461-492.

- Fossen, H., 2010. Structural Geology. Cambridge University Press, New York.
- Gandhi, G.M., Parthiban, S., Thummalu, N., Christy, A., 2015. Ndzi: Vegetation Change Detection Using Remote Sensing and Gis - A Case Study of Vellore District, in: Procedia Computer Science. Elsevier, pp. 1199–1210. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.415>
- Hermes Panggabean, R. Heryanto, 2009. An appraisal for the petroleum source rocks on oil seep and rock samples of the Tertiary Seblat and Lemau Formations, Bengkulu Basin. Jurnal Geologi Indonesia 4, 43–55.
- Kusnana, M.S.A., Sukarna, D., 1992. Tertiary Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southern Sumatra. Geological Society of Malaysia - Circum Pacific for Energy and Mineral Resources Tectonic Framework and Energy Resource of The Western Margin of Pacific Basin 143–152.
- Mulyono, A., Iqbal, P., 2015. Karakteristik Fisik Tanah Longsoran di Jalur Transek Liwa-Bukit Kemuning Lampung Barat. Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi 6, 9–18.
- Nursa'ban, M., Sugiharyanto., Khotimah, N., 2010. Pengukuran Kerentanan Longsor Lahan Sebagai Upaya Bencana di Perbukitan Menoreh. Jurnal Penelitian Saintek 15, 42–58.
- Panggabean, H., Heryanto, R., 2009. An appraisal for the petroleum source rocks on oil seep and rock samples of the Tertiary Seblat and Lemau Formations, Bengkulu Basin, Jurnal Geologi Indonesia.
- Rickard, M., 1972. Fault Classification – Discussion. Bulletin Geology Society of America 83, 2545–2546.
- Sahoo, S., Das, P., Kar, A., Dhar, A., 2018. A forensic look into the lineament, vegetation, groundwater linkage: Study of Ranchi District, Jharkhand (India). Remote Sens Appl 10, 138–152. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.04.001>
- Strahler, A.N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Bulletin of the Geological Society of America 63, 1117–1142. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)
- Wirasatia, D., Arifriadi, E., Adiarsa, R., Adhitiya, R., A., Y.N., 2009. Paleogene System of Bengkulu Basin Correlated with South Sumatra Basin and Source Rock Prospectivity. proceedings PIT IAGI, The 38th IAGI Annual Convention and Exhibition.
- Yulihanto, B., Siturnorang, B., Nunljajadi, " A, Sain, B., 1995a. STRUCTURAL ANALYSIS OF THE ONSHORE BENGKULU FOREARC BASIN AND ITS IMPLICATION FOR FUTURE HYDROCARBON EXPLORATION ACTIVITY.
- Yulihanto, B., Siturnorang, B., Nunljajadi, " A, Sain, B., 1995b. STRUCTURAL ANALYSIS OF THE ONSHORE BENGKULU FOREARC BASIN AND ITS IMPLICATION FOR FUTURE HYDROCARBON EXPLORATION ACTIVITY.

