

Interpretasi Struktur Geologi Berdasarkan Fault Fracture Density (FFD) dan Implikasinya Terhadap Potensi Likuefaksi di Daerah Lempake, Kecamatan Sungai Pinang, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur

Muhammad Amin Syam¹⁾ Resky Nopal Pareken¹⁾, Micko Dyan Pratama¹⁾, Pridawanti Ayuningtyas¹⁾

¹⁾Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Geologi, Universitas Mulawarman
E-mail: reskynopal37@gmail.com

ABSTRAK

Pemahaman terhadap struktur geologi suatu daerah sangat penting dalam konteks mitigasi bencana alam, terutama untuk menilai potensi terjadinya likuefaksi. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memahami struktur geologi adalah analisis *Fault Fracture Density* (FFD), yang mengukur dan memetakan kepadatan rekahan dan sesar di wilayah tertentu. Penelitian ini diterapkan di daerah Lempake, Kecamatan Sungai Pinang, Kota Samarinda, untuk mengidentifikasi potensi likuefaksi yang dapat dipicu oleh aktivitas seismik. FFD digunakan untuk menginterpretasi struktur geologi dan menilai risiko likuefaksi, dengan fokus pada zona-zona yang memiliki kepadatan rekahan tinggi, yang berpotensi meningkatkan permeabilitas tanah dan memungkinkan akumulasi air. Penelitian ini menggabungkan pendekatan mixed-method, mengintegrasikan analisis kuantitatif dan kualitatif melalui data *Digital Elevation Model* (DEMNAS), pemetaan yang berada dilapangan, dan analisis *Normalized Difference Water Index* (NDWI). Hasil analisis menunjukkan bahwa daerah dengan kepadatan kelurusan tinggi berpotensi mengalami likuefaksi dan kelongsoran, terutama di wilayah dengan kemiringan lereng yang lebih curam dan struktur geologi yang terdeformasi. Temuan ini memberikan wawasan penting bagi pengelolaan risiko bencana geologis di daerah Lempake, dengan rekomendasi praktis untuk perencanaan mitigasi bencana.

Kata Kunci: *Fault Fracture Density* (FFD), likuefaksi, struktur geologi, mitigasi bencana, pemetaan, *Digital Elevation Model* (DEMNAS), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), anomali gaya berat, kepadatan rekahan, kelongsoran, resiko geoteknik.

ABSTRACT

Understanding the geological structure of an area is very important in the context of natural disaster mitigation, especially to assess the potential for liquefaction. One method that can be used to understand geological structures is Fault Fracture Density (FFD) analysis, which measures and maps the density of fractures and faults in a given area. This research was applied in the Lempake area, Sungai Pinang Subdistrict, Samarinda City, to identify potential liquefaction that could be triggered by seismic activity. FFD was used to interpret the geological structure and assess the risk of liquefaction, focusing on zones with high fracture density, which could potentially increase soil permeability and allow water accumulation. This research incorporates a mixed-method approach, integrating quantitative and qualitative analysis through Digital Elevation Model (DEMNAS) data, FFD mapping, gravity anomaly measurements, and Normalized Difference Water Index (NDWI) analysis. The results of the analysis show that areas with high alignment density are potentially subject to liquefaction and landsliding, especially in areas with steeper slopes and deformed geological structures. These findings provide important insights for geological disaster risk management in the Lempake area, with practical recommendations for disaster mitigation planning.

Keyword: Fault Fracture Density (FFD), liquefaction, geological structure, disaster mitigation, mapping, Digital Elevation Model (DEMNAS), Normalized Difference Water Index (NDWI), gravity anomaly, fracture density, landslide, geotechnical risk.

1. Pendahuluan

Kemiringan lereng adalah ukuran sudut yang terbentuk dari perbedaan ketinggian pada sebuah bentang alam. Kemiringan lereng dapat dinyatakan dalam satuan persentase, meter, atau derajat. Kemiringan lereng dapat terjadi akibat perubahan permukaan bumi yang disebabkan oleh gaya-gaya eksogen dan endogen. Kemiringan lereng dapat mempengaruhi erosi dan kelongsoran. Kemiringan lereng memiliki beberapa pengaruh, diantaranya berpengaruh terhadap kualitas lahan, parameter dalam menentukan tingkat kesesuaian lahan suatu tanaman tertentu. Salah satu faktor terjadinya erosi dan longsor di lahan pegunungan (Setyanugraha et al. 2023).

Peningkatan pemahaman mengenai struktur geologi suatu daerah sangat penting dalam konteks mitigasi bencana alam, terutama terkait dengan potensi likuefaksi. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memahami struktur geologi adalah melalui analisis *Fault Fracture Density* (FFD). Metode ini berfokus pada pengukuran dan pemetaan kepadatan rekahan dan sesar yang ada di suatu wilayah, yang dapat memberikan informasi penting mengenai karakteristik geologi dan potensi terjadinya likuifaksi (Wibowo 2010).

Di daerah Lempake, Kecamatan Sungai Pinang, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, penerapan metode FFD dapat membantu dalam mengidentifikasi zona-zona yang berpotensi mengalami likuifaksi akibat aktivitas seismik. Dalam konteks ini, FFD tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk menginterpretasi struktur geologi, tetapi juga sebagai indikator untuk menilai risiko likuifaksi yang dapat berdampak pada keselamatan masyarakat dan infrastruktur. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa daerah dengan kepadatan rekahan yang tinggi cenderung memiliki permeabilitas yang lebih baik, sehingga memungkinkan akumulasi air yang dapat memicu fenomena likuifaksi saat terjadi guncangan.

Dimana pada daerah penelitian ini masuk kedalam Formasi Balikpapan, Formasi Kampungbaru, Formasi Pulaubalang. Dimana dalam lokasi penelitian ini didominasi oleh batupasir, namun terdapat juga batuan lain yang terdapat di daerah penelitian ini seperti batulempung, *coalyshale*, dan *shalycoal*. Daerah penelitian ini termasuk di dataran rendah dengan kerendahan 0 meter sampai dengan 88 meter dititik tertingginya.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara struktur geologi yang teridentifikasi melalui analisis FFD dan potensi likuefaksi di daerah Lempake. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya akan berkontribusi pada literatur ilmiah, tetapi juga memberikan rekomendasi praktis bagi pengelolaan risiko bencana di wilayah tersebut. Erosi tanah merupakan suatu proses atau insiden hilangnya lapisan bagian atas tanah atas, baik ditimbulkan sang konvoi air juga angin. Proses erosi ini bisa mengakibatkan merosotnya produktivitas tanah, daya dukung tanah buat produksi pertanian & kualitas lingkungan hidup. Erosi adalah keliru satu penyebab utama degradasi lahan. Erosi mengakibatkan hilangnya lapisan atas tanah yg fertile & baik buat pertumbuhan tanaman, berkurangnya kemampuan tanah buat menyerap & menunda air, tanah yg terangkut akan diendapkan pada loka lain seperti sungai, waduk, atau danau yg lebih rendah (*off site*). Akibat lebih lanjut menurut insiden ini merupakan terjadinya pendangkalan badan air & eutrofikasi badan air tadi faktor-faktor yg menghipnotis erosi terutama merupakan iklim, tanah, topografi, vegetasi & aktivitas manusia.

Faktor alam meliputi tingginya curah hujan, topografi wilayah, pasang surut air laut, badai, dan lain-lain. Faktor kedua adalah manusia meliputi pertumbuhan penduduk yang selalu meningkat akan diikuti dengan peningkatan kebutuhan infrastruktur, seperti pemukiman, sarana air bersih, pendidikan serta peningkatan penyediaan lahan untuk usaha pertanian, perkebunan maupun industri. Peningkatan kebutuhan tersebut akan mempengaruhi tataguna lahan dan berdampak menurunnya potensi daya serap air ke dalam tanah. Dengan adanya perubahan tata guna lahan tersebut, maka semakin mudah terjadi erosi dan penurunan kapasitas alir sungai (Sunan et al. 2021).

2. Metode Penelitian

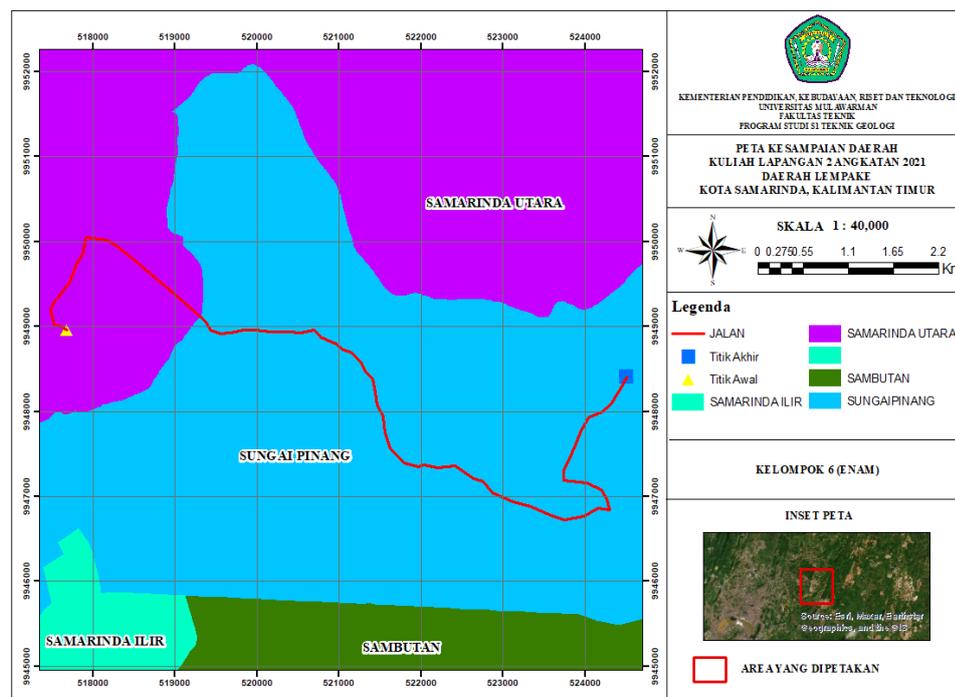
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan metode campuran yang memadukan analisis kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai struktur geologi dan potensi likuifaksi di kawasan Lempake. Pengumpulan data dilakukan dengan berbagai metode, antara lain analisis *National Digital Elevation Model* (DEMNAS), pemetaan patahan patahan kepadatan (FFD), dan pengukuran anomali gravitasi (*Bouguer*). Selain itu, analisis *Normalized Difference Water Index* (NDWI) juga diterapkan untuk mengevaluasi status saturasi air endapan aluvial sebelum dan sesudah gempa. Pendekatan ini dipilih karena memberikan informasi yang lebih rinci dan beragam mengenai interaksi struktur geologi dan

risiko likuifaksi, selain itu metode yang dilakukan juga dengan pengambilan data dilapangan seperti foto lereng dan juga litologi batuan. Penelitian ini dilaksanakan di daerah Lempake kecamatan tanah merah kota samarinda. Penelitian dilakukan dengan metode survei bebas berdasarkan toposekuen. Pengamatan, pengukuran dan pencatatan dilapangan dilakukan pada titik sampel yang ditentukan secara *stratified purposing sampling*, yaitu strata yang seragam dalam satuan peta lahan (SPL) hasil *overlay* peta litologi, curah hujan, penggunaan lahan dan kemiringan lereng yang dimana hal tersebut sangat berkaitan untuk dilakukannya analisis tersebut.

A. Waktu Penelitian

Waktu penelitian yang diperlukan yaitu selama kurang lebih 3 bulan meliputi studi literatur buku, pengamatan dilapangan, konsultasi pembimbing, pengumpulan data dan informasi dasar, memasukkan data ke dalam sistem informasi geografis, overlay peta, analisa dan pengolahan data, perbaikan data, serta penyusunan jurnal penelitian.

B. Kesampaian Daerah



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

Daerah penelitian ini berada di wilayah Lempake kecamatan Sungai Pinang Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi penelitian ini dapat dijangkau dengan menggunakan sepeda motor yang dapat dijangkau dengan waktu tempuh sekitar 37 menit. Akses jalan yang ditempuh ini merupakan jalan raya namun pada saat memasuki daerah penelitian ini merupakan jalan hauling batubara yang biasanya jalanan hauling merupakan jalan pasir berlumpur.

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa langkah, yaitu:

1. Analisis *Digital Elevation Model* (DEMNAS): Data DEMNAS digunakan untuk menggambarkan topografi daerah penelitian. Dari data ini, peta hillshade dihasilkan untuk memvisualisasikan kontur permukaan tanah yang berpotensi mempengaruhi aliran air dan stabilitas tanah yang terdapat di daerah penelitian.
2. Pemetaan *Fault Fracture Density* (FFD): FFD dihitung dengan membagi total panjang kelurusan yang teridentifikasi dalam grid 1x1 km dengan luas grid tersebut dengan memasukkan nilai di dalam rumus.

Hasil analisis ini kemudian dipetakan untuk menunjukkan distribusi densitas rekahan di daerah penelitian.

3. Pemetaan lapangan yang meliputi data litologi batuan, kemiringan lereng, dan data topografi yang ada di lapangan.
4. Analisis NDWI: Citra Landsat 8 OLI/TIRS digunakan untuk menghitung NDWI, yang menunjukkan tingkat kejenuhan air pada permukaan tanah. Parameter yang digunakan adalah band Near Infrared (NIR) dan Shortwave Infrared (SWIR), dengan rumus NDWI sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{B2 - B5}{B2 + B5}$$

Keterangan : NIR (*Band Near Infrared*)

SWIR (*Shortwave Infrared*)

NDWI (*Normalized Difference Water Index*)

B. Analisis Data

Setelah data terkumpul, analisis dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

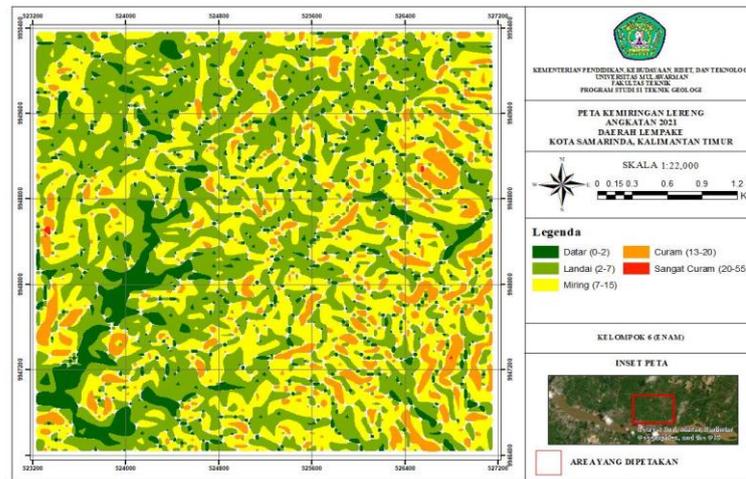
1. Interpretasi Struktur Geologi: Data dari DEMNAS dan FFD dianalisis secara bersamaan untuk menentukan model konseptual struktur geologi daerah penelitian. Peta kontur FFD dibuat untuk menggambarkan pola rekahan dan potensi jalur aliran air.
2. Analisis peta kesampaian daerah yang dibuat untuk mengetahui kesampaian daerah dari tempat awal menuju ke tempat lokasi penelitian.
3. Analisis yang dilakukan dengan pembuatan peta seperti kemiringan lereng untuk mengetahui kemiringan dari suatu lereng yang dapat dikaitkan dengan bencana bahaya longsor yang berada di wilayah tersebut.
4. Analisis yang dilakukan dengan pembuatan peta geologi regional yang digunakan untuk mengetahui suatu formasi batuan dari wilayah tersebut yang digunakan untuk menganalisis jenis batuan yang ada di wilayah tersebut dan juga untuk mengetahui lingkungan pengendapan yang ada di wilayah tersebut untuk mengkorelasikan dengan kemiringan lereng dan sifat fisik material.
5. Perbandingan NDWI: Setelah mendapatkan nilai NDWI, dilakukan perbandingan antara kondisi pra-seismic dan post-seismic untuk mengetahui perbedaan kejenuhan air pada daerah penelitian. Zona dengan anomali gaya berat, kejenuhan air tinggi, serta didominasi oleh sedimen lepas diidentifikasi sebagai zona rentan terhadap likuefaksi.

Dengan menggunakan metode mixed-method ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai hubungan antara struktur geologi dan potensi likuefaksi di daerah Lempake, serta memberikan rekomendasi bagi pihak berwenang dalam perencanaan mitigasi risiko bencana geologis.

3. Hasil dan Pembahasan

Fault and Fracture Density (FFD) didefinisikan sebagai total panjang kelurusan dalam setiap satuan area tertentu (Soengkono 2000). Keberadaan kelurusan tersebut menjadi indikator adanya struktur geologi terutama sesar dan rekahan yang mengontrol kelurusan itu sendiri. Analisis FFD dapat dilakukan dengan menggunakan data kelurusan dari *multi-directional hillshade* pada lokasi penelitian. Secara umum, wilayah yang memiliki nilai densitas kelurusan yang tinggi disebabkan oleh beberapa pengontrol yaitu kelurusan akibat adanya morfologi dengan topografi tinggi yang tererosi maupun proses deformasi tektonik yang terjadi.

Densitas dari kelurusan baik itu patahan dan rekahan diartikan sebagai total panjang sebenarnya dari kelurusan yang ditentukan dibagi dari *grid* yang telah dibuat. Selanjutnya, nilai kerapatan dari setiap *grid* diklasifikasikan berdasarkan intensitas kerapatannya. Hasil dari analisis ini berupa peta *Fault Fracture Density* (FFD) yang dapat digunakan untuk memberikan gambaran wilayah dengan kerapatan deformasi seperti patahan dan rekahan, dimana nilai tertinggi mengindikasikan pada zona tersebut merupakan zona lemah atau zona patahan dan rekahan dengan intensitas yang tinggi.



Gambar 1. Peta kemiringan lereng daerah penelitian

Peta kemiringan lereng adalah peta yang menggambarkan kemiringan suatu kenampakan permukaan bumi. Peta kemiringan lereng adalah peta yang memberikan informasi kemiringan lereng yang ada pada suatu wilayah. Peta ini dapat dibuat dengan menggunakan software ArcGIS. Peta kemiringan lereng berfungsi untuk memberikan informasi untuk menentukan fungsi lahan yang tepat dan untuk memberikan informasi letak wilayah yang berpotensi mengalami longsor ataupun erosi.

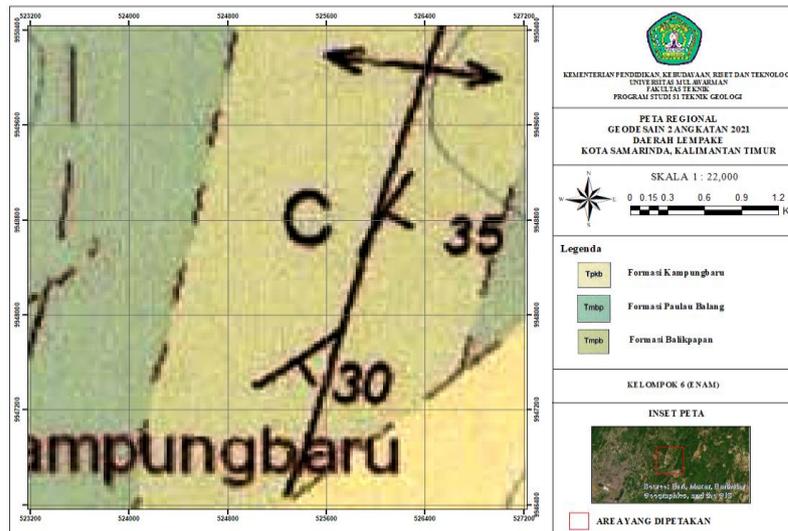
Peta kelurusan dibuat dari analisis *hillshade* dan *weighted sum*, pengumpulan data delineasi *lineament*, pembuatan peta kemiringan lereng, dan analisis peta *aspect*. Dari analisis peta kemiringan lereng, daerah penelitian dibagi menjadi lima kelas berdasarkan besar sudut kemiringan lereng, yaitu datar, landai, miring, curam, dan sangat curam. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kemiringan lereng daerah penelitian didominasi oleh kemiringan datar-landai di sisi bagian barat dan kemiringan miring-curam di sisi bagian timur. Ketika peta kemiringan lereng dilakukan *overlay* dengan peta geologi, maka kemiringan lereng miring-curam berada pada Formasi Kampungbaru yang didominasi oleh batulempung pasir, batupasir kuarsa, batulanau, sisipan batubara, napal, batugamping dan lignit.

Kemiringan lereng datar-landai berada pada Formasi Pulaubalang dengan komposisi penyusun berupa perselingan batupasir *greywacke* dan batupasir kuarsa sisipan batugamping, batulempung, batubara dan tuf dasit (Sujiman and Ramadhani 2019) Perbedaan batuan pada kedua formasi ini tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kemiringan lereng. Namun, hal ini disebabkan oleh adanya faktor pengontrol lain seperti tingkat resistensi batuan, morfologi, kondisi air tanah, dan deformasi tektonik yang terjadi di daerah penelitian.

Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Lereng Menurut Van Zuidam (1983)

Kelas	Kemiringan (%)	Klasifikasi
I	0-2 %	Datar
II	3-7 %	Landai
III	8-14 %	Miring
IV	15-20 %	Curam
V	21-55 %	Sangat Curam

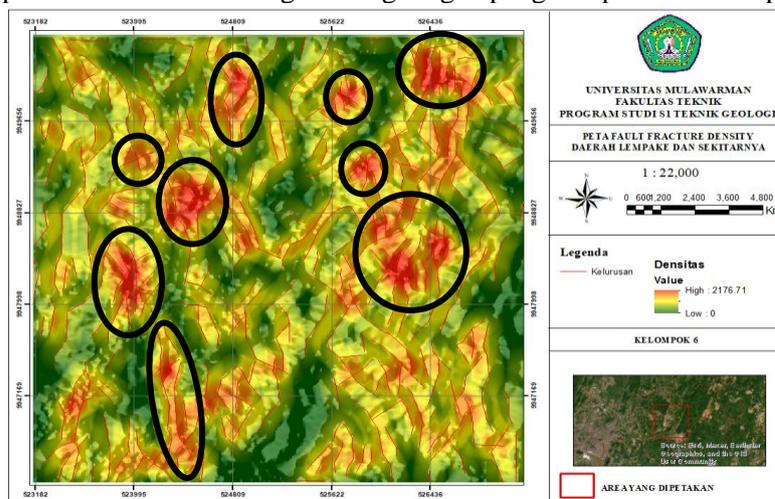
Pada daerah penelitian ini didominasi oleh dataran agak curam dengan persentase sekitar 35%, lalu landai dengan persentase sekitar 25%, lereng curam ini memiliki persentase sekitar 20% pada daerah penelitian, dataran rendah terdapat 15% yang menyebar didaerah penelitian ini, sedangkan lereng sangat curam hanya terdapat 5% keterdapatannya pada Kondisi lereng didominasi oleh kawasan datar yang memiliki luas sekitar 15%, landai dengan persentase sekitar 25%, daerah penelitian yang berada di wilayah Lempake Samarinda seluruhnya.,



Gambar 2. Peta Geologi Regional daerah penelitian (Hidayat, dkk., 1994)

Ditinjau dari peta kelurusan, daerah penelitian memiliki kelurusan sebanyak 299 *lineament* yang tersebar di secara merata. Kelurusan ini menunjukkan *trend* arah struktur yang dominan pada daerah penelitian berarah utara-selatan. Hasil peta kelurusan ini memiliki kemiripan dengan kondisi geologi regional oleh Hidayat (1994) yang menggambarkan bahwa daerah penelitian memiliki struktur utama berupa perlipatan (antiklin) yang berarah timur laut-barat daya. Keberadaan antiklin ini menjadi pengontrol kelurusan morfologi yang ada sehingga orientasi dari antiklin dan kelurusan morfologi memiliki karakteristik yang hampir sama.

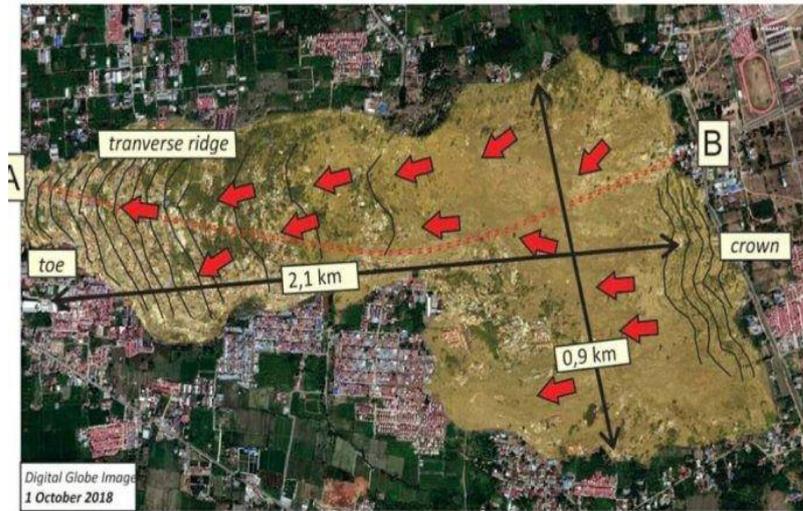
Formasi yang terdapat di daerah penelitian adalah Formasi Pulau Balang yang terdiri dari perselingan batupasir *greywacke* dan batupasir kuarsa sisipan batugamping, batulempung, batubara. Formasi Balikpapan diendapkan pada lingkungan channel pada upper delta plain dan diendapkan pada lingkungan *backmangrove*. Formasi Balikpapan yang merupakan salah satu formasi yang memiliki reservoir-reservoir yang prospek terdapat cadangan hidrokarbon pada Cekungan Kutai. Pengaruh lingkungan pengendapan dapat menjadi masalah baik dalam kegiatan eksplorasi maupun kegiatan eksploitasi. Batuan sedimen juga menjadi sumber yang penting untuk mengetahui sumberdaya alam, seperti batubara, bahan bakar fosil, air minum atau mineral bijih. Sehingga, diperlukan informasi mengenai lingkungan pengendapan di daerah penelitian.



Gambar 3. Peta Fault Fracture Density (FFD) daerah penelitian

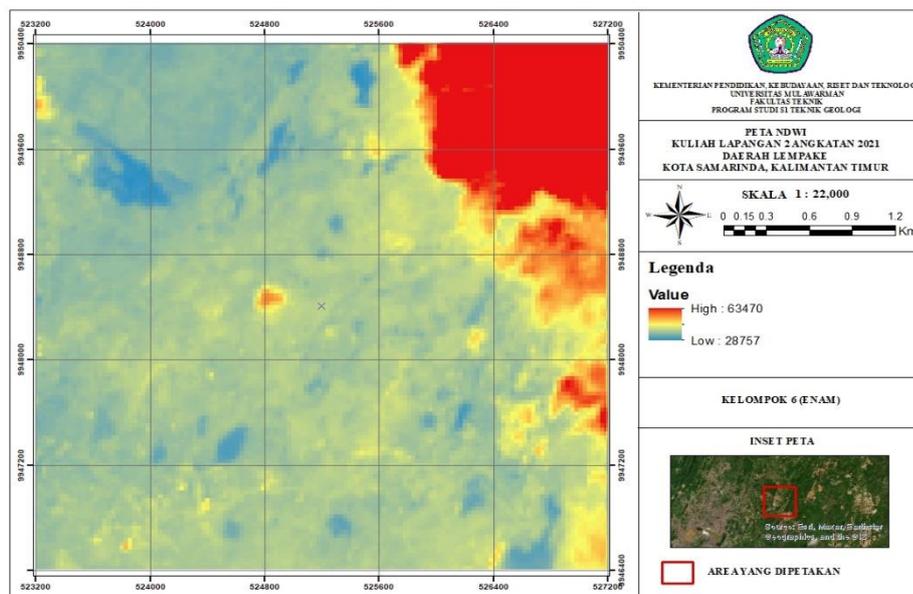
Dari analisis peta *fault fracture density* tersebut, daerah penelitian dibagi menjadi 5 kelas berdasarkan tingkat kerapatan dari kelurusan, yaitu sangat renggang, renggang, cukup rapat, rapat, dan sangat rapat. Hasil analisis peta FFD ini menunjukkan bahwa terdapat 9 titik yang memiliki kerapatan kelurusan yang sangat rapat yang tersebar di bagian tengah lokasi penelitian. Dari hasil analisis peta FFD ini dapat disimpulkan bahwa titik yang memiliki kerapatan kelurusan ini banyak berada di morfologi yang lebih tinggi dan lebih resisten yang menunjukkan bahwa FFD sangat terpengaruh oleh pola kelurusan morfologi yang berkembang. Selain

kelurusan morfologi, FFD juga dapat dikontrol oleh keberadaan struktur geologi yang berkembang seperti keberadaan antiklin pada lokasi penelitian.



Gambar 4. Contoh Rekayasa Liquefaksi

Tingkat kerapatan kelurusan pada suatu daerah akan mengakibatkan terjadinya permasalahan geoteknik seperti adanya likuifaksi dan kelongsoran. Pada 9 titik dengan tingkat kerapatan yang sangat rapat memiliki potensi untuk terjadinya kegagalan dalam daya tahan kelerengan. Berdasarkan analisis pada *digital globe image* yang diakuisisi data pada tanggal 1 Oktober 2018 menunjukkan bahwa potensi likuifaksi dan kelongsoran terjadi ke arah barat secara *transverse ridge*, dimana kondisi kelongsoran terjadi secara tegak lurus dengan keberadaan struktur geologi. Berdasarkan analisis yang dilakukan, daerah tersebut berpotensi terjadi likuifaksi dan kelongsoran dengan panjang 2.1 kilometer ke arah barat. Maka berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya korelasi antara analisis *fault fracture density* dengan penentuan lokasi potensi terjadinya likuifaksi dan kelongsoran yang dikontrol oleh kerapatan kelurusan baik ditinjau dari kondisi litologi, kemiringan lereng, hingga kelurusan morfologi yang berkembang.



Gambar 5. Peta NWDI

NWDI (*Number of Weighted Degree of Inclination*) atau Indeks Kemiringan Lereng adalah metode untuk menghitung kemiringan lereng berdasarkan sudut kemiringan dan panjang lereng. NWDI digunakan untuk Tujuan evaluasi stabilitas lereng, analisis bahaya longsor, perencanaan konstruksi, pengelolaan sumber daya alam. Faktor yang Dipertimbangkan antara lain sudut kemiringan lereng (derajat), panjang lereng (meter), jenis tanah/batuan dan kondisi geologi

Berdasarkan peta nwdi yang dibuat didapatkan pada daerah penelitian ini hasil dari kemiringan lereng dapat dilihat pada daerah timur laut ini merupakan daerah yang sangat rawan untuk bencana longsor dimana index yang meliputi curah hujan, kemiringan lereng, jenis litologi batuan, kedalaman tanah, vegetasi maupun kondisi geologi yang mengindikasikan pada wilayah timur laut merupakan daerah bencana longsor sangat tinggi. Sedangkan pada daerah lainnya pada peta ini diindikasikan dengan warna hijau yang merupakan daerah dengan tingkat bencana longsor yang sangat rendah dapat dilihat dari topografi bahwa timur laut merupakan tempat yang lereng curam sedangkan daerah lain rata-rata merupakan dataran.

2. Kesimpulan

Metode yang efektif untuk menganalisis dan memetakan struktur geologi, khususnya dalam konteks kelurusan yang berhubungan dengan sesar dan rekahan. FFD didefinisikan sebagai total panjang kelurusan dalam setiap satuan area tertentu, yang berfungsi sebagai indikator keberadaan struktur geologi yang dapat mempengaruhi stabilitas tanah dan potensi bencana geoteknik seperti likuifaksi dan kelongsoran.

Analisis FFD dilakukan dengan memanfaatkan data kelurusan dari peta hillshade dan pemetaan kemiringan lereng, yang membagi daerah penelitian menjadi beberapa kelas berdasarkan tingkat kerapatan kelurusan. Hasil analisis menunjukkan bahwa daerah dengan kerapatan kelurusan tinggi sering kali terkait dengan morfologi yang lebih tinggi dan lebih resisten, serta dipengaruhi oleh struktur geologi seperti antiklin. Peta FFD yang dihasilkan memberikan gambaran jelas mengenai distribusi potensi deformasi di wilayah tersebut, dengan nilai tertinggi mengindikasikan zona lemah atau intensitas patahan yang tinggi.

Lebih lanjut, penelitian ini menyoroti adanya korelasi antara analisis FFD dengan potensi terjadinya likuifaksi dan kelongsoran, terutama di area dengan kerapatan kelurusan yang sangat rapat. Dengan demikian, pemahaman tentang FFD tidak hanya penting untuk studi geologi tetapi juga untuk perencanaan mitigasi risiko bencana di wilayah-wilayah rawan.

Kondisi lereng di daerah penelitian tepatnya di Lempake Samarinda memiliki 5 kelas lereng antara lain datar (0-2), landai (3-7), Miring (8-15), curam (15-20), dan sangat curam (21-55). Kondisi lereng didominasi oleh kawasan datar yang memiliki luas sekitar 15%, landai dengan persentase sekitar 25%, miring dengan persentase sekitar 35%, curam dengan persentase sekitar 20%, dan sangat curam yang hanya terdapat sekitar 5% dari luas daerah penelitian yang berada di wilayah Lempake Samarinda seluruhnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya erosi di daerah Lempake Samarinda antara lain faktor erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng serta faktor pola penutupan lahan dan vegetasi yang ada di daerah tersebut.

Berdasarkan peta nwdi yang dibuat didapatkan pada daerah penelitian ini hasil dari kemiringan lereng dapat dilihat pada daerah timur laut ini merupakan daerah yang sangat rawan untuk bencana longsor dimana index yang meliputi curah hujan, kemiringan lereng, jenis litologi batuan, kedalaman tanah, vegetasi maupun kondisi geologi yang mengindikasikan pada wilayah timur laut merupakan daerah bencana longsor sangat tinggi. Sedangkan pada daerah lainnya pada peta ini diindikasikan dengan warna hijau yang merupakan daerah dengan tingkat bencana longsor yang sangat rendah dapat dilihat dari topografi bahwa timur laut merupakan tempat yang lereng curam sedangkan daerah lain rata-rata merupakan dataran

Daftar Pustaka

- Hidayat, S. dan Umar, I. (1994). Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan. Bandung: Pusat Survei Geologi.
- Setyanugraha, Tegar, Yuda Romdania, Ahmad Herison, and Ahmad Zakaria. 2023. "Pemetaan Kemiringan Lereng Menggunakan Software Geographic Information System Pada Sub DAS Way Pubian." 11(2): 351–62.
- Soengkono, Supri. 2000. "Assessment of Faults and Fractures At the Mokai Geothermal Field, Taupo Volcanic Zone , New Zealand." *Proceedings World Geothermal Congress 2000* 1937: 1771–76.
- Sujiman, and Ferri Ramadhani. 2019. "Analisa Penentuan Kedalaman Dan Ketebalan Lithologi Menggunakan Data Bor Dan Data Logging." *Jurnal Geologi Pertambangan* 27(2): 38–49.
- Sunan, Huzaely Latief et al. 2021. "Interpretasi Struktur Geologi Berdasarkan Fault Fracture Density (FFD) Dan

Implikasinya Terhadap Potensi Likuefaksi Di Daerah Kalibening, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah.” *Eksplorium* 42(1): 47.

Wibowo, Hendro H. 2010. “Application of Fault and Fracture Density (FFD) Method for Geothermal Exploration in Non-Volcanic Geothermal System; a Case Study in Sulawesi-Indonesia.” *Proceedings World Geothermal Congress*: 25–29.