Jurnal Geosains West Science
Vol. 4, No. 03, Oktober 2026, pp. 495~510

Identifikasi Zona Potensi Likuifaksi Menggunakan Pendekatan Geologi dan Geoteknik di Daerah Sitinjau Laut dan Sekitarnya Kabupaten Kerinci

Anggi Deliana Siregar[1]*, Candra Andika Wibiyantoi[2], Muhammad Rus Dody Alfayed[3]
[1-3] Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Oct, 2026
Revised Oct, 2026
Accepted Oct, 2026

Kata Kunci:

Likuefaksi, Geoteknik, Kerinci, Geologi, Daerah Sitinjau Laut

Keywords:

Liquifaction, Geotechnical, Kerinci, Geology, Sitinjau Laut Area

ABSTRAK

Daerah Sitinjau Laut, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi, merupakan wilayah yang berada di sekitar Segmen Sesar Siulak dan tersusun oleh endapan Kuarter serta sedimen Neogen yang berpotensi mengalami likuefaksi akibat aktivitas seismik. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi zona potensi likuefaksi melalui integrasi parameter geologi dan geoteknik sebagai dasar penyusunan peta kerentanan dan mitigasi bencana geologi. Penelitian dilakukan menggunakan metode pemetaan geologi permukaan, analisis geomorfologi, pengukuran kedalaman muka air tanah, analisis kelas situs tanah berdasarkan nilai Vs30, pengujian sifat fisik dan mekanika tanah, serta analisis spasial menggunakan metode weighted overlay pada perangkat lunak ArcGIS. Parameter yang dianalisis meliputi litologi, geomorfologi, kemiringan lereng, kedalaman muka air tanah, jarak terhadap sungai, jarak terhadap struktur geologi, kelas situs tanah, dan nilai Peak Ground Acceleration (PGA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian tersusun atas tiga satuan morfologi, yaitu perbukitan, lembah, dan dataran aluvial. Analisis laboratorium menghasilkan kadar air sebesar 28,19–98,00%, indeks plastisitas 7,02–44,90%, dan kuat geser tanah 11,95 kPa, sedangkan nilai PGA berkisar antara 0,3–0,6 g dengan dominasi kelas situs tanah SD pada dataran aluvial. Hasil analisis spasial mengidentifikasi tiga zona potensi likuefaksi, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Zona berpotensi tinggi berkembang pada dataran aluvial Kuarter yang dicirikan oleh kemiringan lereng 0–15%, muka air tanah kurang dari 3 m, tanah kelas situs SD, serta sedimen yang belum terkonsolidasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penyusunan peta kerentanan likuefaksi serta mendukung perencanaan tata ruang dan upaya mitigasi bencana di Kabupaten Kerinci.

ABSTRACT

Sitinjau Laut, Kerinci Regency, Jambi Province, is located in the vicinity of the Siulak Fault Segment and is underlain by Quaternary alluvial deposits and Neogene sedimentary formations, making the area potentially susceptible to earthquake-induced liquefaction. This study aims to identify liquefaction susceptibility zones by integrating geological and geotechnical parameters to support hazard assessment and disaster mitigation planning. The research employed geological mapping, geomorphological analysis, groundwater table measurements, site classification based on Vs30, laboratory testing of soil physical and mechanical properties, and spatial analysis using the weighted overlay method in ArcGIS. The analyzed parameters included lithology, geomorphology, slope gradient, groundwater

depth, distance from rivers, distance from geological structures, site class, and Peak Ground Acceleration (PGA). The results indicate that the study area consists of three major geomorphological units: hills, valleys, and alluvial plains. Laboratory analyses revealed water contents ranging from 28.19% to 98.00%, plasticity indices between 7.02% and 44.90%, and an average soil shear strength of 11.95 kPa. The PGA values vary from 0.3 to 0.6 g, while Site Class SD predominates within the alluvial plain. Spatial analysis classified the study area into three liquefaction susceptibility zones: low, moderate, and high. High-susceptibility zones are primarily associated with Quaternary alluvial deposits characterized by gentle slopes (0–15%), shallow groundwater levels (<3 m), Site Class SD, and unconsolidated sediments. These findings provide valuable information for liquefaction hazard mapping and contribute to regional land-use planning and earthquake disaster mitigation in Kerinci Regency.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:

Name: Anggi Deliana Siregar
Institution: Jalan Jambi-Muara Bulian KM 15, Mendalo Indah, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.
Email: anggidelianas@unja.ac.id

1. PENDAHULUAN

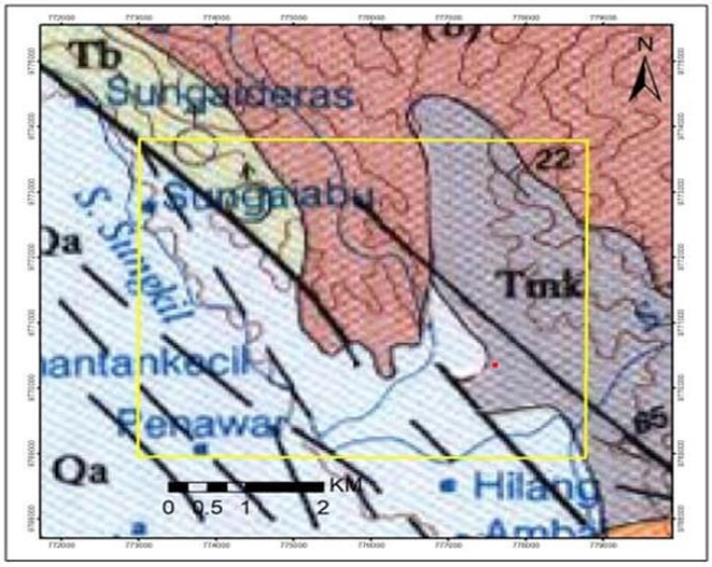
Indonesia merupakan negara yang tingkat aktivitas vulkanisme dan proses kegempaan tertinggi saat ini didunia. Karena, berada pertemuan antara 4 lempeng tektonik yang utama, berupa lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik dan Laut Flipina. Beberapa aktivitas vulkanisme yang tinggi maka fruekensi kegempaan pun ikut naik, yang menghasilkan guncangan tanah, gempa juga dapat memicu berbagai secondary hazard seperti tsunami, longsor maupun likuifaksi, oleh karna itu Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat bahaya geologi sangat tinggi sehingga perlu ada kajian mitigasi (Hall, R., 2013; Hutchinsom, 2014; Utama, W,H., dan Mulyasari, 2024).

Daerah penelitian di daerah Kerinci merupakan produk yang dihasilkan oleh aktivitas vulkanik gunung api kerinci yang akrif. Berdasarkan lembar geologi regional Lembar Sungai Penuh, daerah pemetaan di Sitinjau Laut tersusun oleh produk gunung api Kuarter dan produk sedimen Neogen (Kusnama, dkk., 2010) (Gambar 1).

Menurut Poedjopradjitno (2012), daerah Kerinci merupakan lembah yang terisi oleh material hasil aktivitas vulkanik Gunung Kerinci dan gunung api di sekitarnya, serta sedimen hasil erosi yang membentuk dataran aluvial di antara dua jalur perbukitan. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Sungai Penuh dan Ketaun, daerah Sitinjau Laut dan sekitarnya tersusun oleh endapan aluvial berumur Holosen (Qa) yang terdiri atas kerikil, pasir, lanau, lumpur, dan bongkah, serta endapan gunung api Kuarter (Qv) (Kusnama et al., 2010). Karakteristik litologi tersebut menunjukkan dominasi material sedimen muda yang secara teoritis memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi terhadap fenomena likuefaksi apabila mengalami guncangan gempa yang kuat.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa potensi likuefaksi dipengaruhi oleh beberapa parameter utama, yaitu kondisi kegempaan, umur endapan geologi, litologi, geomorfologi, jenis tanah, kemiringan lereng, dan kedalaman muka air tanah. Endapan Holosen yang belum

terkonsolidasi, didominasi pasir lepas dan berada pada kondisi jenuh air merupakan media yang paling rentan mengalami likuefaksi (Boulanger & Idriss, 2014; Ramesh, 2019; Youd & Idriss, 2001).



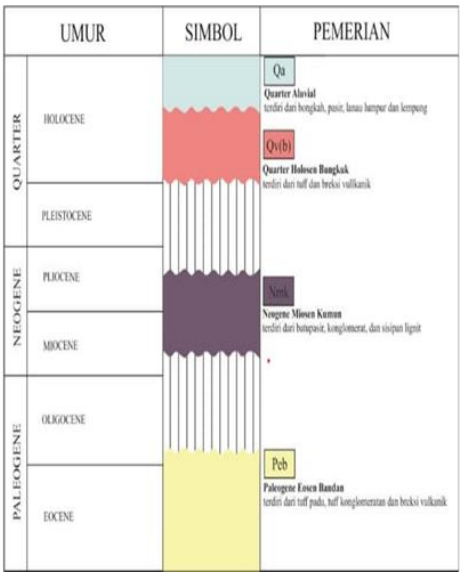
Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian Pemetaan Geologi dan Potensi Likuifaksi.

Namun demikian, kajian mengenai hubungan kondisi geologi, geomorfologi, karakteristik tanah, dan potensi likuefaksi di Kecamatan Sitinjau Laut masih relatif terbatas. Padahal, informasi tersebut sangat penting sebagai dasar penyusunan peta kerentanan bencana geologi dan perencanaan pembangunan wilayah yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik geologi serta mengidentifikasi potensi likuefaksi berdasarkan pendekatan geotek, geomorfologi, karakteristik tanah, kemiringan lereng, dan kedalaman muka air tanah di Kecamatan Sitinjau Laut, Kabupaten Kerinci. Hasil penelitian dapat menjadi referensi penyusunan potensi likuefaksi agar dapat mendukung upaya mitigasi bencana di wilayah Kabupaten Kerinci.

2. STRATIGRAFI REGIONAL.

Secara geologi regional daerah penelitian termasuk dalam peta geologi lembar Sungai Penuh (Kusnama dkk, 2010) dimana terdapat beberapa Formasi yang menyusun stratigrafi daerah penelitian yang secara regional dapat dilihat (Gambar 2). Beberapa Formasi yang mencakup daerah penelitian antara lain, Formasi Kumun (Nmk), Qv(kb) Batuan Andesit-Basalt Gunung Bungkuk, Formasi Bandan (Peb) dan Qa (Aluvium). Urutan stratigrafi dari daerah penelitian dapat dilihat (Gambar 2). Formasi Bandan (Peb), terdiri dari tuf padu, breksi gunungapi, dan tuf konglomeratan memiliki tebal 400 m. Formasi Kumun (Nmk), terdiri dari batupasir, konglomerat, breksi, sisipan lignit dan tuff dengan tebal sekitar 300 m. Penyebarannya terkurung didaerah sekitaran Danau Kerinci. Terdapat dijalur memanjang berarah baratlaut tenggara yang sering kali dibatasi dengan sesar. diterobos oleh Granodiorit Sungaipenuh, tak selaras menindih malihan Mesozoikum dan ditindih tak selaras oleh Qtp (Formasi Pengasih) dan Qv (batuan gunung api andesit-basalt). Formasi Kumun tersingkap diperkirakan pada kala Mio-Pliosen. Formasi Quarter Vulkanik (Qv(kb)), terdiri dari lava andesit-basal, tuff dan breksi vulkanik yang bersumber dari gunung api Kebongsong dan tersingkap sekitar Kala Plistosen. Formasi Quarter Aluvial (Qa), terdiri dari

bongkahan, kerakal, pasir dan lempung. Tersebar disepanjang daerah pantai dan di barat laut lembar dan di barat laut Kerinci



Gambar 2. Stratigrafi Regional Daerah Penelitian

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Sitinjau Laut dan wilayah sekitarnya, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi, dengan cakupan area penelitian kurang lebih 34,2 km². Secara geografis, wilayah penelitian terletak pada koordinat UTM 773000–778000 mT dan 9730000–9768000 mU. Metode penelitian yang digunakan berupa pemetaan geologi permukaan yang dipadukan dengan analisis potensi likuefaksi melalui integrasi aspek geologi, geomorfologi, dan karakteristik geoteknik. Pelaksanaan penelitian terdiri atas beberapa tahapan, yaitu studi pendahuluan, pengambilan data lapangan, analisis laboratorium, pengolahan data, serta interpretasi terhadap hasil yang diperoleh. Kajian geomorfologi dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik morfologi, aspek morfometri, proses geomorfik yang berkembang, serta keterkaitan antara bentuklahan dan kondisi geologi pada daerah penelitian. Interpretasi terhadap kondisi geomorfologi didasarkan pada konsep geomorfologi terapan yang memandang bentuklahan sebagai produk interaksi antara proses endogen dan eksogen, sehingga karakteristik bentuklahan dapat dimanfaatkan untuk memahami proses perkembangan suatu wilayah (Verstappen, 1983; Huggett, 2017). Sementara itu, identifikasi litologi dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap sifat fisik batuan dan sedimen, yang mencakup jenis material, tekstur, struktur, tingkat pelapukan, serta hubungan antarunit batuan. Kondisi material geologi tersebut merupakan salah satu aspek penting dalam mengidentifikasi potensi likuefaksi, sebab endapan berusia relatif muda yang bersifat lepas dan memiliki tingkat konsolidasi rendah cenderung lebih rentan terhadap peningkatan tekanan air pori ketika mengalami getaran akibat gempa bumi (Kramer, 1996; Youd & Idriss, 2001).

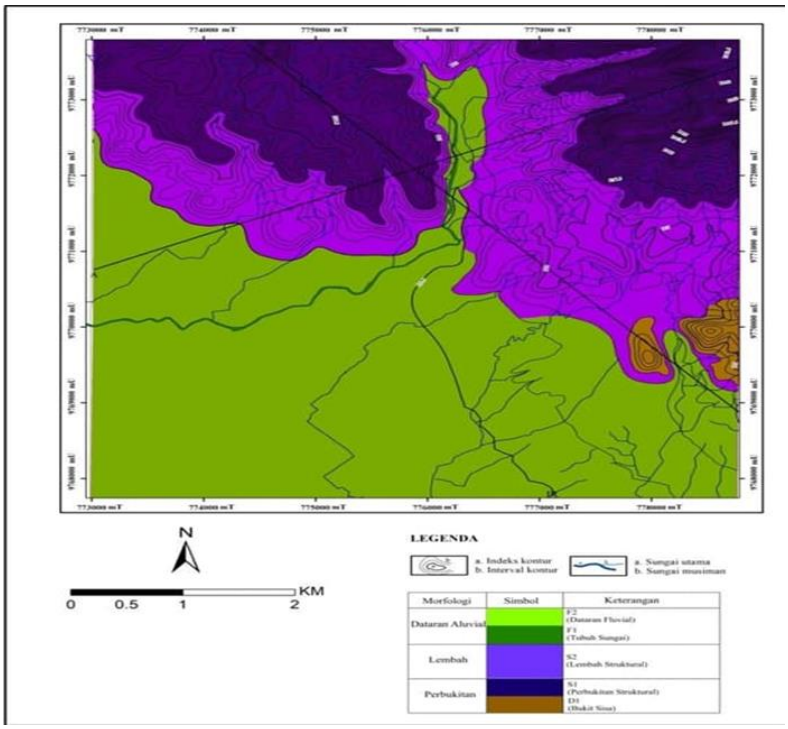
Karakteristik tanah ditentukan berdasarkan sifat fisik material penyusunnya, khususnya distribusi ukuran butir, tingkat kepadatan, dan kondisi kejenuhan. Analisis distribusi ukuran butir dilakukan untuk mengetahui komposisi serta karakter material penyusun tanah. Material yang didominasi oleh pasir hingga pasir berlanau dan berada dalam kondisi jenuh air pada umumnya

mempunyai kerentanan yang lebih tinggi terhadap terjadinya likuefaksi ketika menerima beban dinamis akibat gempa (Seed & Idriss, 1971; Boulanger & Idriss, 2014). Selanjutnya, penilaian potensi likuefaksi dilakukan dengan menggabungkan sejumlah parameter yang berperan sebagai faktor pengontrol, meliputi kondisi litologi, karakteristik jenis tanah, kondisi geomorfologi, kemiringan lereng, kedalaman muka air tanah, serta tingkat kegempaan. Penggunaan parameter tersebut didasarkan pada hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa kondisi geologi, hidrogeologi, dan karakteristik seismik merupakan komponen utama yang memengaruhi tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap likuefaksi (Youd & Idriss, 2001; Boulanger & Idriss, 2014; Ramesh, 2019).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Geomorfologi Daerah Penelitian

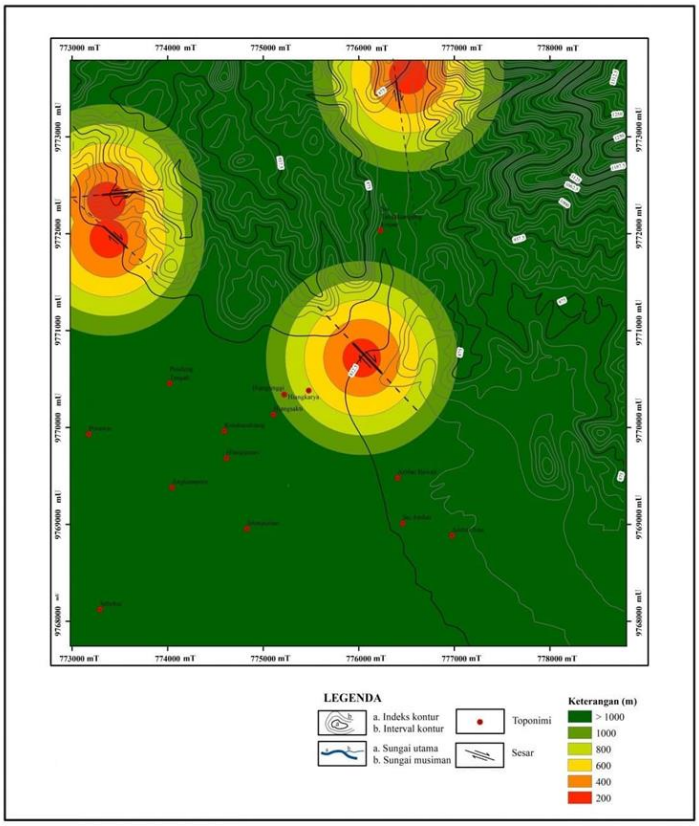
Wilayah penelitian dapat dibedakan menjadi tiga satuan morfologi utama, yaitu dataran aluvial, lembah, dan perbukitan (Gambar 3). Menurut Ramesh et al. (2019), kondisi geomorfologi menjadi salah satu faktor yang berperan penting dalam menentukan tingkat kerentanan likuefaksi suatu wilayah. Hal tersebut berkaitan dengan pengaruh bentuklahan terhadap proses pengendapan, karakteristik material penyusun, serta kondisi hidrologi yang berkembang di suatu daerah. Pada peta geomorfologi, satuan dataran aluvial ditampilkan menggunakan warna hijau, satuan lembah ditandai dengan warna ungu muda, sedangkan satuan perbukitan direpresentasikan dengan warna ungu tua hingga cokelat. Hasil interpretasi geomorfologi memperlihatkan bahwa wilayah bagian selatan daerah penelitian memiliki tingkat potensi likuefaksi yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan bagian wilayah lainnya. Kondisi tersebut terutama dipengaruhi oleh keberadaan dataran aluvial yang didominasi oleh endapan sedimen berumur relatif muda dengan karakter material lepas dan tingkat konsolidasi yang rendah. Material dengan kondisi demikian cenderung lebih mudah mengalami peningkatan tekanan air pori serta penurunan kuat geser apabila mendapatkan pembebanan dinamis akibat aktivitas gempa bumi



Gambar 2. Stratigrafi Regional Daerah Penelitian

4.2 Halang Formation Sandstone Samples

Pada daerah penelitian terdapat struktur geologi berupa sesar dari hasil kegiatan pemetaan dilapangan. Struktur geologi yang terdapat pada peta dilakukan analisis buffer untuk mengelompokkan daerah dengan interval jarak 200 m menggunakan perangkat lunak ArcGIS . Daerah dengan warna merah merupakan zona dengan jarak dari stuktur yang paling terdekat yaitu 0-200 m hal demikian zona dengan warna merah merupakan daerag yang rentan dengan potensi likuefaksi karena dengan dengan struktur geologi yang dapat menjadi prorositas sekunder tempat mengalirnya muka air tanah dan dapat memicu aktivitas kegempaan. Daerahh dengan warna orange merupakan daerah dengan interval 200-400 m dari struktur geologi terdekat. Daerah dengan warna kuning merupakan daerah dengan jarak 400-600 m dari sesar terdekat. Daerah dengan warna hijau muda merupakan daerah dengan jarak dari struktur geologi 600-800 m. Daerah dengan warna hijau agak tua merupakan daerah dengan jarak dari struktur geologi yaitu 800-1000 m. Daerah dengan warna hijau tua merupakan daerah terjauh dari struktur geologi yang memmiliki jarak > 1000 m (Gambar 4).

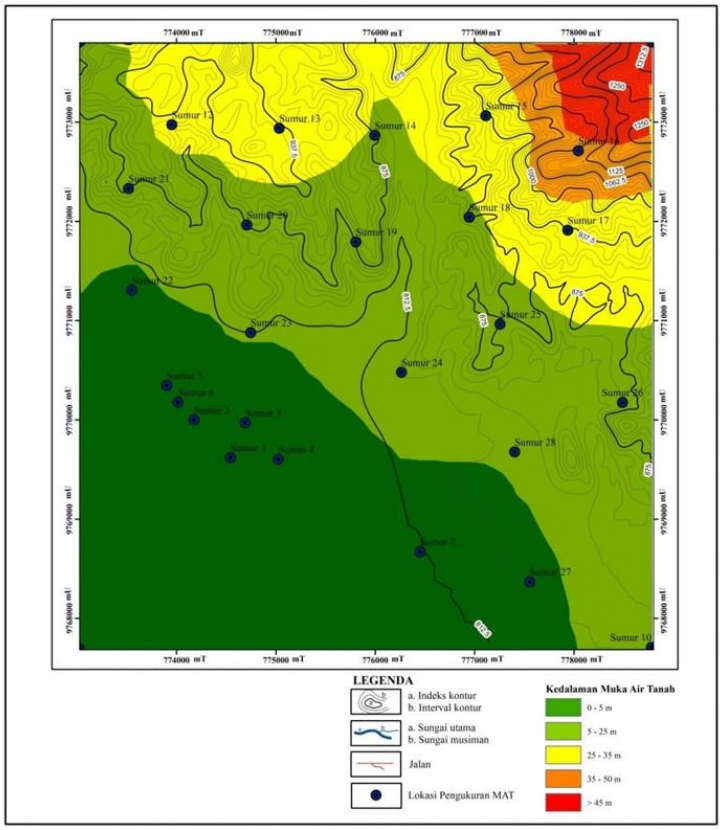


Gambar 4. Struktur Geologi Daerah Penelitian.

4.3 Kedalaman Muka Air Tanah

Daerah penelitian termasuk kedalam cekungan airtanah Sungai Penuh dengan sebaran kedalaman muka airtanah yang dangkal dihitung dari sumur penduduk pada daerah penelitian yakni < 5 m. Muka airtanah yang dangkal tersebut dapat mempengaruhi kejenuhan dari lapisan tanah pada daerah penelitian. Berdasarkan data pengukuran kedalaman muka airtanah dari 7 titik sumur gali penduduk dengan cekungan airtanah, dapat diketahui bahwa kedalaman muka air tanah

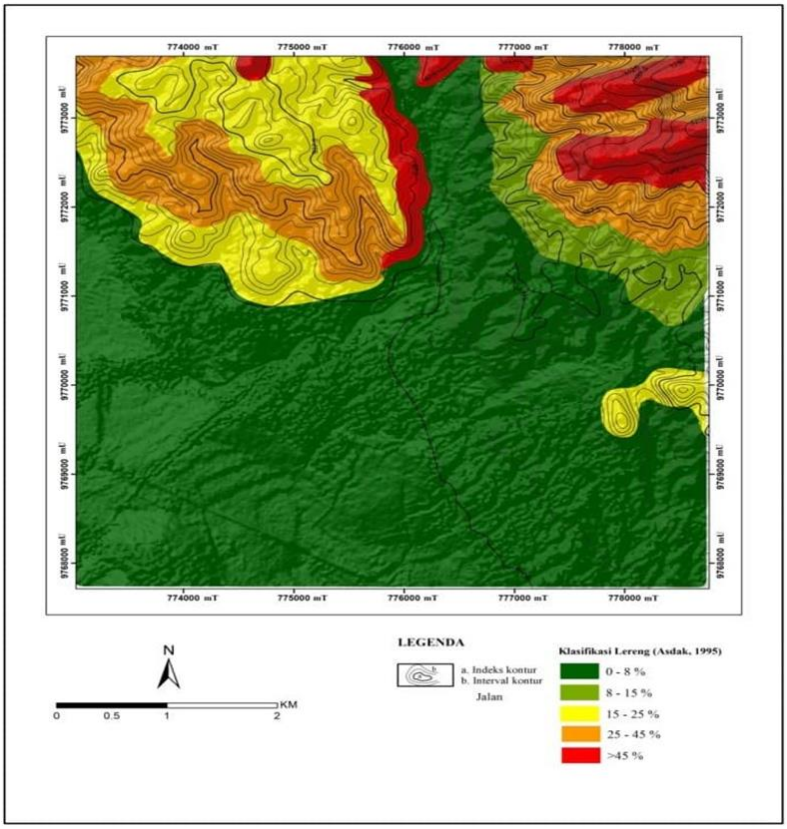
berkisar antara 0,7 – 03 m. Kondisi cekungan air tanah pada daerah penelitian dapat dilihat pada (Gambar 5.)



Gambar 5. Peta Kedalaman Muka Air Tanah Daerah Penelitian.

4.4 Kemiringan Lereng Daerah Penelitian

Daerah penelitian berada dalam kawasan Cekungan Airtanah Sungai Penuh dengan kondisi muka airtanah yang relatif dangkal. Berdasarkan hasil pengamatan pada sumur penduduk, kedalaman muka airtanah di wilayah penelitian umumnya berada pada kedalaman kurang dari 5 m dari permukaan tanah. Kondisi muka airtanah yang dangkal tersebut berperan dalam meningkatkan tingkat kejenuhan lapisan tanah, yang selanjutnya menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam analisis potensi likuefaksi. Hasil pengukuran pada tujuh titik sumur gali milik penduduk menunjukkan bahwa kedalaman muka airtanah pada daerah penelitian berkisar antara 0,7–3,0 m. Kondisi dan sebaran Cekungan Airtanah pada wilayah penelitian ditampilkan pada Gambar 5.

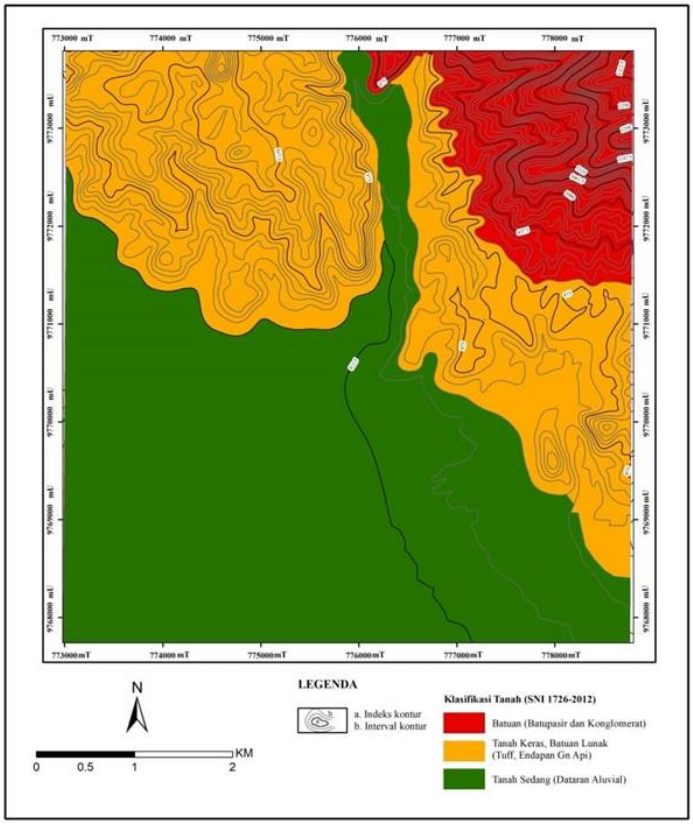


Gambar 6. Peta Kemiringan Lereng Daerah Penelitian.

4.5 Jenis Kelas Tanah Daerah Penelitian

Data Vs30 yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari United States Geological Survey (USGS), kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menentukan klasifikasi kelas situs tanah berdasarkan ketentuan SNI 1726:2012. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa wilayah penelitian terdiri atas tiga kelas situs, yaitu SB dengan nilai Vs30 > 760 m/s, SC dengan rentang nilai Vs30 sebesar 360–760 m/s, dan SD dengan nilai Vs30 < 360 m/s. Persebaran kelas situs SD lebih dominan pada bagian selatan daerah penelitian, sementara kelas SC dan SB umumnya dijumpai pada wilayah perbukitan serta daerah yang memiliki material batuan dengan tingkat kekompakan lebih tinggi.

Nilai Vs30 dapat digunakan sebagai indikator untuk menggambarkan tingkat kekakuan dan kepadatan material pada lapisan tanah hingga kedalaman 30 meter, sehingga parameter tersebut memiliki peranan dalam evaluasi potensi likuefaksi. Karpouza et al. (2021) menjelaskan bahwa kelas situs SD cenderung mempunyai tingkat kerentanan terhadap likuefaksi yang lebih tinggi dibandingkan kelas SC dan SB. Hal tersebut berkaitan dengan karakter material penyusun kelas SD yang umumnya berupa endapan aluvial dengan sifat relatif lunak dan tingkat konsolidasi yang rendah. Berdasarkan kondisi tersebut, wilayah bagian selatan daerah penelitian diperkirakan memiliki tingkat potensi likuefaksi yang lebih tinggi karena didominasi oleh tanah kelas SD dengan karakteristik kepadatan yang relatif rendah (Gambar 7).



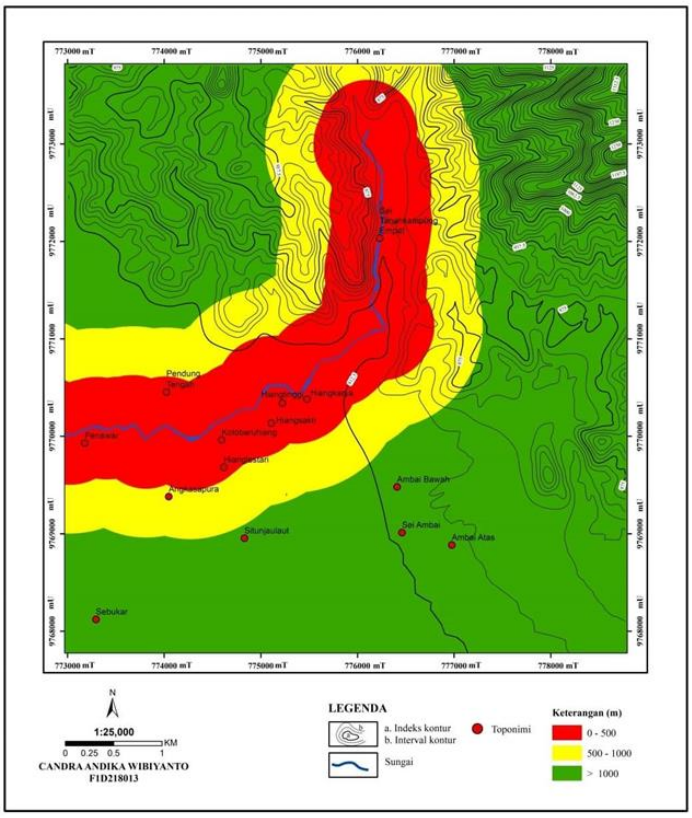
Gambar 7. Peta Kelas Tanah USGS daerah Penelitian.

4.6 Analisa Jarak Sungai dan Jarak Struktur.

Penentuan jarak terhadap sungai dilakukan berdasarkan data Rupa Bumi Indonesia (RBI). Sungai utama yang terdapat di wilayah penelitian adalah Sungai Tanah Kampung Empat beserta beberapa anak sungainya yang melintasi daerah penelitian. Keberadaan sungai-sungai tersebut membentuk lembah fluvial dengan kondisi muka airtanah yang relatif dangkal. Ramesh et al. (2019) menyatakan bahwa wilayah yang berada di sekitar sungai, danau, maupun telaga memiliki kecenderungan potensi likuefaksi yang lebih tinggi.

Aliran sungai di daerah penelitian banyak dijumpai endapan pasir dan berbagai material sedimen lainnya. Material tersebut dapat terbawa oleh aliran sungai kemudian terendapkan di sekitar daerah aliran, sehingga menghasilkan lapisan sedimen yang relatif lepas. Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukan analisis jarak sungai menggunakan metode buffer pada perangkat lunak ArcGIS untuk mengetahui hubungan antara jarak dari sungai dengan potensi likuefaksi. Pengelompokan jarak sungai mengacu pada Ramesh et al. (2019) dengan interval kelas sebesar 500 m.

Hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah yang berada pada jarak 0–500 m dari sungai utama dikategorikan sebagai zona terdekat dan ditampilkan dengan warna merah. Zona dengan jarak 500–1.000 m ditunjukkan menggunakan warna kuning, sedangkan wilayah yang memiliki jarak lebih dari 1.000 m dari sungai utama ditampilkan dengan warna hijau (Gambar 8). Wilayah yang berada lebih dekat dengan sungai memiliki tingkat kerentanan likuefaksi yang relatif lebih tinggi karena proses fluvial dapat menghasilkan endapan pasir dan material sedimen yang bersifat lepas di sekitar aliran sungai. Kondisi tersebut dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya likuefaksi ketika wilayah mengalami guncangan gempa bumi.



Gambar 8. Peta Lokasi Jarak Sungai Daerah Penelitian.

Pada daerah penelitian terdapat struktur geologi berupa sesar dari hasil kegiatan pemetaan dilapangan. Struktur geologi yang terdapat pada peta dilakukan analisis buffer untuk mengelompokkan daerah dengan interval jarak 200 m menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Daerah dengan warna merah merupakan 62 zona dengan jarak dari stuktur yang paling terdekat yaitu 0-200 m hal demikian zona dengan warna merah merupakan daerag yang rentan dengan potensi likuefaksi karena dengan dengan struktur geologi yang dapat menjadi prorositas sekunder tempat mengalirnya muka air tanah dan dapat memicu aktivitas kegempaan. Daerahh dengan warna orange merupakan daerah dengan interval 200-400 m dari struktur geologi terdekat. Daerah dengan warna kuning merupakan daerah dengan jarak 400-600 m dari sesar terdekat. Daerah dengan warna hijau muda merupakan daerah dengan jarak dari struktur geologi 600-800 m. Daerah dengan warna hijau agak tua merupakan daerah dengan jarak dari struktur geologi yaitu 800-1000 m. Daerah dengan warna hijau tua merupakan daerah terjauh dari struktur geologi yang memmiliki jarak >1000 m (Gambar 4).

4.7 Analisa Sampel Tanah Daerah Penelitian

Analisis laboratorium dilakukan terhadap empat sampel tanah, yaitu BH01 hingga BH04, dengan tujuan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik dan mekanik tanah yang berkaitan dengan potensi terjadinya likuefaksi. Parameter yang diuji meliputi kadar air, distribusi ukuran butir melalui analisis saringan, batas Atterberg, indeks plastisitas (IP), serta kuat geser tanah menggunakan pengujian direct shear test. Sampel BH01 dan BH02 diperoleh dari satuan geomorfologi perbukitan, sedangkan sampel BH03 dan BH04 berasal dari satuan dataran aluvial yang secara geomorfologi merupakan zona tempat berlangsungnya proses akumulasi material sedimen.

Berdasarkan hasil pengujian, kadar air pada sampel tanah berada pada rentang 28,19–98,00%. Nilai kadar air tertinggi ditemukan pada sampel BH03 dan BH04 yang berasal dari satuan dataran aluvial. Tingginya kandungan air pada kedua sampel tersebut dipengaruhi oleh kondisi muka airtanah yang dangkal serta kedekatan lokasi dengan aliran sungai. Kondisi tersebut menyebabkan material sedimen pada dataran aluvial cenderung berada dalam keadaan jenuh air. Ketika terjadi guncangan gempa, kondisi tanah yang jenuh dapat menyebabkan peningkatan tekanan air pori sehingga tegangan efektif tanah berkurang dan pada kondisi tertentu dapat memicu terjadinya likuefaksi.

Hasil analisis distribusi ukuran butir memperlihatkan bahwa material tanah di daerah penelitian didominasi oleh fraksi lanau pasiran hingga lempung yang memiliki karakter relatif kohesif. Material yang tertahan pada saringan No. 200 memiliki persentase antara 43,2–60,8%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar sampel mengandung fraksi butir halus dalam jumlah cukup dominan. Walaupun material tersebut memiliki sifat kohesif, tanah dengan kandungan material halus yang berada dalam kondisi jenuh air masih dapat mengalami penurunan kekuatan apabila menerima pembebanan dinamis yang ditimbulkan oleh aktivitas gempa bumi.

Pengujian batas Atterberg menghasilkan nilai indeks plastisitas (IP) antara 7,02–44,90%. Dari empat sampel yang dianalisis, terdapat tiga sampel yang memiliki nilai IP kurang dari 13%. Berdasarkan Pawirodikromo (2012), kondisi tersebut menunjukkan karakteristik tanah yang relatif rentan terhadap likuefaksi. Nilai IP yang rendah mencerminkan kemampuan tanah dalam mengalami deformasi plastis yang relatif terbatas, sehingga kekuatan gesernya dapat lebih mudah mengalami penurunan ketika terjadi peningkatan tekanan air pori. Sementara itu, tanah dengan nilai plastisitas yang lebih tinggi cenderung memiliki ketahanan yang lebih besar terhadap perubahan kekuatan akibat peningkatan tekanan air pori.

Hasil pengujian kuat geser langsung (direct shear test) menunjukkan nilai kohesi sebesar 0,0028 kg/cm², sudut geser dalam (φ) sebesar 19°, dan kuat geser sekitar 11,95 kPa. Nilai tersebut menunjukkan bahwa material tanah di daerah penelitian memiliki karakteristik kekuatan geser yang relatif rendah. Kondisi tersebut terutama berkaitan dengan keberadaan endapan aluvial yang bersifat lepas dan belum mengalami proses konsolidasi secara optimal. Material dengan kondisi demikian cenderung memiliki stabilitas yang lebih rendah ketika menerima pembebanan dinamis akibat aktivitas gempa.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian laboratorium, dapat diketahui bahwa kadar air yang tinggi, nilai indeks plastisitas yang relatif rendah, serta nilai kuat geser yang kecil merupakan beberapa karakteristik yang dapat meningkatkan kerentanan tanah terhadap likuefaksi. Kondisi tersebut lebih banyak dijumpai pada satuan dataran aluvial yang berada di bagian selatan daerah penelitian. Oleh karena itu, wilayah tersebut diinterpretasikan mempunyai potensi likuefaksi yang

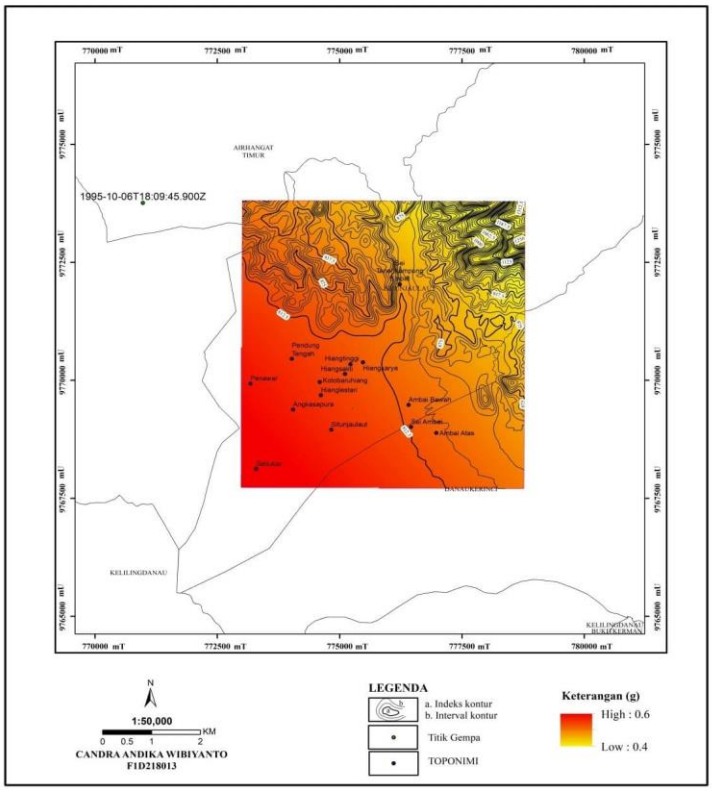
relatif lebih tinggi dibandingkan dengan satuan perbukitan. Satuan perbukitan umumnya tersusun oleh material yang lebih padat dan memiliki karakteristik mekanik yang relatif lebih stabil, sehingga tingkat kerentanannya terhadap likuefaksi cenderung lebih rendah.

4.8 Analisa Peak Ground Accelaration.

Parameter Peak Ground Acceleration (PGA) digunakan untuk menunjukkan besarnya percepatan maksimum yang terjadi pada permukaan tanah akibat getaran gempa bumi. Parameter ini menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan tingkat potensi likuefaksi suatu wilayah. Dalam penelitian ini, analisis nilai PGA mengacu pada Peta Percepatan Tanah Puncak Indonesia yang diterbitkan oleh PUSGEN (2017). Berdasarkan hasil analisis, nilai PGA pada daerah penelitian berada pada kisaran 0,3–0,6 g yang dapat dikelompokkan menjadi tiga zona. Zona dengan nilai PGA 0,5–0,6 g terdapat di bagian barat daya, nilai 0,4–0,5 g menempati wilayah bagian tengah, sedangkan zona dengan nilai 0,3–0,4 g berada di bagian timur laut daerah penelitian.

Secara tektonik, daerah penelitian berada di sekitar Segmen Sesar Siulak yang merupakan bagian dari sistem Sesar Sumatra dan termasuk dalam struktur sesar aktif. Aktivitas sesar tersebut salah satunya berkaitan dengan kejadian Gempa Kerinci pada tahun 1995 yang memiliki magnitudo Mw 7,0. Keberadaan sumber gempa aktif di sekitar wilayah penelitian mengindikasikan bahwa kawasan tersebut mempunyai tingkat ancaman seismik yang cukup tinggi. Berdasarkan PUSGEN (2017), percepatan tanah dengan nilai PGA lebih dari 0,1 g dapat menjadi kondisi yang mendukung terjadinya likuefaksi, terutama apabila didukung oleh karakteristik geologi dan geoteknik yang sesuai.

Meskipun nilai PGA pada daerah penelitian tergolong relatif tinggi, tingkat potensi likuefaksi tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan besarnya percepatan tanah. Kondisi tersebut juga dipengaruhi oleh karakteristik material penyusun tanah, kedalaman muka airtanah, serta kondisi geomorfologi wilayah. Dengan demikian, satuan dataran aluvial yang tersusun atas material sedimen lepas dan berada dalam kondisi jenuh air diperkirakan mempunyai tingkat kerentanan terhadap likuefaksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan satuan perbukitan. Kerentanan tersebut dapat semakin meningkat apabila wilayah tersebut mengalami guncangan gempa dengan nilai PGA yang relatif besar (Gambar 9).



Gambar 9. Peta Percepatan Tanah Puncak Daerah Penelitian
(Sumber: Pusat Studi Gempa Nasional tahun 2017).

4.9 Potenis Likuifaksi Daerah penelitian

Daerah penelitian terletak pada wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas Segmen Sesar Siulak, sehingga mempunyai tingkat ancaman seismik yang tergolong relatif tinggi. Berdasarkan catatan kegempaan historis, kawasan ini pernah mengalami kejadian gempa dengan kekuatan besar pada tahun 1909 dan 1995. Gempa yang terjadi pada tahun 1995 memiliki magnitudo Mw 7,0 dengan kedalaman sekitar 33 km. Mengacu pada Peta Kerentanan Likuefaksi Indonesia, wilayah penelitian berada pada kategori potensi likuefaksi sedang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa wilayah penelitian berpotensi mengalami deformasi tanah berupa penurunan permukaan tanah (ground settlement) maupun pergeseran lateral (lateral spreading) ketika terjadi gempa bumi dengan intensitas kuat.

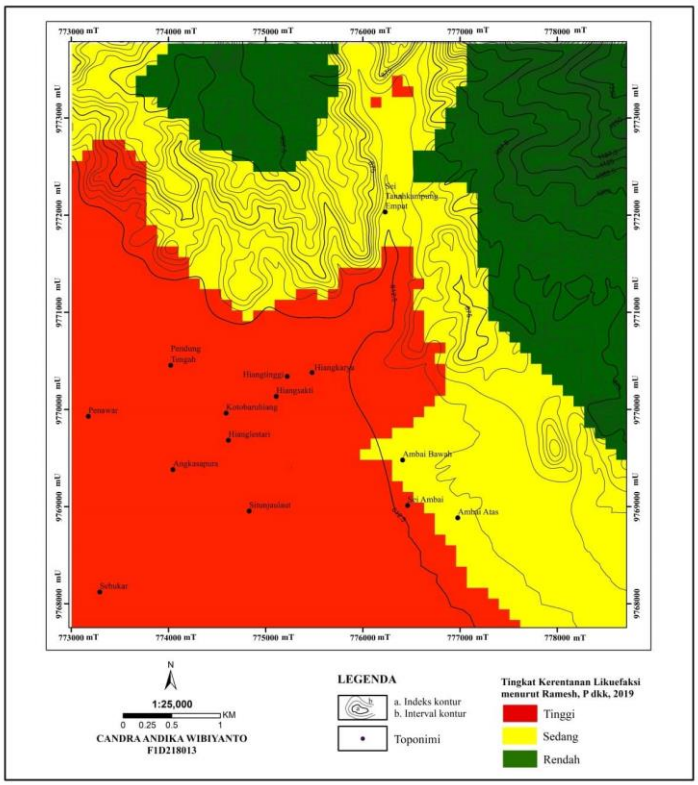
Kondisi geologi pada daerah penelitian memiliki karakteristik yang relatif serupa dengan wilayah yang mengalami likuefaksi di Kota Palu pada tahun 2018. Kesamaan tersebut ditunjukkan oleh keberadaan endapan aluvial berumur muda, kedalaman muka airtanah yang relatif dangkal, yaitu kurang dari 5 m, serta lokasi yang berdekatan dengan sumber gempa aktif. Pusat Studi Gempa Nasional (2018) menjelaskan bahwa interaksi antara kondisi geologi, keadaan hidrologi, dan kuatnya guncangan gempa merupakan faktor penting yang berkontribusi terhadap terjadinya likuefaksi di Palu. Berdasarkan karakteristik tersebut, kondisi geologi dan geoteknik daerah penelitian menunjukkan adanya kemungkinan terjadinya fenomena likuefaksi apabila wilayah tersebut mengalami gempa dengan intensitas yang cukup untuk memicu proses tersebut.

Pemetaan tingkat potensi likuefaksi pada daerah penelitian dilakukan dengan metode weighted overlay menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Proses pembobotan parameter mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Ramesh et al. (2019). Parameter yang digunakan dalam

analisis mencakup jarak dari sungai, kedalaman muka airtanah, karakteristik jenis tanah, litologi, kondisi geomorfologi, jarak terhadap struktur geologi aktif, serta nilai Peak Ground Acceleration (PGA). Masing-masing parameter diberikan bobot berdasarkan tingkat kontribusinya terhadap kejadian likuefaksi. Selanjutnya, seluruh parameter tersebut diintegrasikan melalui proses overlay untuk menghasilkan zonasi tingkat kerentanan likuefaksi yang dibagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Hasil pemodelan tersebut kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan wilayah yang memiliki tingkat kerentanan paling besar terhadap bahaya likuefaksi.

Zona dengan tingkat potensi likuefaksi sedang yang ditunjukkan dengan warna kuning umumnya berada pada wilayah dengan kemiringan lereng sekitar 15–25%. Daerah tersebut sebagian besar termasuk dalam satuan geomorfologi lembah dan tersusun oleh Formasi Kumun berumur Neogen. Berdasarkan klasifikasi kelas situs, wilayah ini didominasi oleh tanah kelas SC yang memiliki karakteristik material relatif lebih padat, sehingga tingkat kerentanannya terhadap likuefaksi cenderung lebih rendah. Pengamatan muka airtanah pada zona ini tidak dapat dilakukan secara langsung karena sebagian wilayah didominasi oleh kawasan hutan, semak belukar, dan lahan pertanian.

Sementara itu, zona dengan potensi likuefaksi tinggi yang ditampilkan dengan warna merah terutama berkembang pada satuan dataran aluvial dengan kemiringan lereng berkisar antara 0–15%. Wilayah tersebut tersusun oleh endapan aluvial berumur Kuarter dan sebagian besar memiliki klasifikasi tanah kelas situs SD. Selain itu, kedalaman muka airtanah pada zona ini relatif dangkal, yaitu kurang dari 3 m. Perpaduan antara kondisi topografi yang relatif datar, keberadaan material sedimen yang masih lepas dan belum terkonsolidasi secara baik, serta muka airtanah yang dangkal menyebabkan wilayah tersebut mempunyai tingkat kerentanan likuefaksi paling tinggi dibandingkan zona lainnya di daerah penelitian (Gambar 10).



Gambar 10. Peta Kerentanan Likuefaksi Daerah Penelitian.

Potensi likuefaksi pada daerah penelitian dilihat berdasarkan parameter jarak sungai, kedalaman muka airtanah, jenis tanah, geologi dan geomorfologi, jarak struktur geologi, dan peta percepatan tanah puncak. Semua peta-peta peta geologi, peta geomorfologi, peta kedalaman muka air tanah, peta jenis tanah, dan peta kemiringan lereng di overlay untuk menentukan kawasan tingkat potensinya. Daerah yang memiliki potensi kerawanan rendah cenderung memiliki kemiringan lereng agak curam (15-25%), curam (25-40%) sampai sangat curam (>40%), dengan satuan morfologi dataran perbukitan dan resistensi batuan tinggi yaitu batupasir, konglomerat, tuff konglomeratan. Daerah yang memiliki potensi kerawanan sedang cenderung memiliki kemiringan lereng landai (8-15%), dengan satuan morfologi lembah, resistensi batuan tinggi sampai rendah yaitu, breksi vulkanik dan endapan gunung api. Daerah yang memiliki potensi tinggi cenderung memiliki kemiringan lereng yang datar, dengan satuan morfologi dataran fluvial dan resistensi batuan rendah yaitu endapan aluvial quarter, penggunaan lahan didominasi dengan persawahan hingga permukiman.

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi likuefaksi di Kecamatan Sitinjau Laut, Kabupaten Kerinci, terbentuk akibat interaksi berbagai faktor, meliputi kondisi geologi, geomorfologi, karakteristik geoteknik, serta kondisi seismik wilayah. Daerah penelitian memiliki tiga satuan morfologi utama, yaitu perbukitan, lembah, dan dataran aluvial. Dari ketiga satuan tersebut, dataran aluvial yang tersusun oleh endapan Kuarter memiliki tingkat kerentanan paling tinggi terhadap proses likuefaksi. Hasil pengujian laboratorium memperlihatkan bahwa material tanah pada dataran aluvial memiliki kadar air sebesar 28,19–98,00%, indeks plastisitas berkisar antara 7,02–44,90%, serta nilai kuat geser sekitar 11,95 kPa. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa sebagian material tanah memiliki kondisi yang relatif rentan mengalami penurunan kekuatan ketika terjadi peningkatan tekanan air pori akibat guncangan gempa bumi.

Berdasarkan analisis terhadap parameter pendukung, wilayah penelitian memiliki nilai Peak Ground Acceleration (PGA) antara 0,3–0,6 g. Dataran aluvial juga didominasi oleh tanah kelas situs SD serta memiliki kondisi muka airtanah yang relatif dangkal, terutama kurang dari 3 m. Keberadaan kondisi tersebut menjadi faktor yang dapat meningkatkan kerentanan likuefaksi, terlebih karena daerah penelitian berada dalam pengaruh Segmen Sesar Siulak yang merupakan salah satu sumber gempa aktif di wilayah tersebut. Dengan demikian, kombinasi antara karakteristik material tanah, kondisi airtanah, kondisi geomorfologi, dan tingkat aktivitas seismik menjadi faktor penting dalam menentukan potensi likuefaksi di daerah penelitian.

Hasil pemodelan menggunakan metode weighted overlay dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS menghasilkan tiga klasifikasi tingkat potensi likuefaksi, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Zona dengan potensi likuefaksi tinggi terutama ditemukan pada satuan dataran aluvial Kuarter yang memiliki topografi relatif datar hingga landai. Zona tersebut dicirikan oleh keberadaan material sedimen yang relatif lepas dan belum terkonsolidasi dengan baik, muka airtanah dangkal, serta dominasi tanah kelas situs SD. Hasil zonasi ini dapat memberikan gambaran spasial mengenai distribusi potensi likuefaksi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu dasar dalam penyusunan peta kerentanan bencana, perencanaan tata ruang, dan perumusan strategi mitigasi yang mempertimbangkan kondisi geologi serta karakteristik wilayah Kabupaten Kerinci.

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami keterkaitan antara faktor geologi, geomorfologi, geoteknik, hidrogeologi, dan seismik terhadap potensi likuefaksi di

Kecamatan Sitinjau Laut. Informasi mengenai zona dengan tingkat potensi tinggi dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan wilayah dan upaya pengurangan risiko bencana, khususnya pada kawasan dataran aluvial. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, terutama pada jumlah titik pengambilan sampel dan data lapangan yang masih terbatas serta penggunaan beberapa parameter yang bersumber dari data sekunder. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan jumlah titik pengamatan dan pengujian geoteknik yang lebih banyak diperlukan untuk memperoleh gambaran potensi likuefaksi yang lebih detail dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Boulanger, R. W., & Idriss, I. M. (2014). CPT and SPT Based Liquefaction Triggering Procedures. Center for Geotechnical Modeling, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis.

Hall, R., 2013. The palaeogeography of Sun daland and Wallacea since the Late Juras sic. Journal of Limnology, 72, p.1-17. DOI: 10.4081/jlimnol.2013.s2.e1

Huggett, R. J. (2017). Fundamentals of Geomorphology (4th ed.). Routledge.

Hutchison, C.S., 2014. Tectonic evolution of Southeast Asia. Bulletin of the Geological Society of Malaysia, 60, p. 1-18

Karpouza, M., et al. (2021). Site classification based on Vs30 and its implication for liquefaction susceptibility assessment. Engineering Geology, 287, 106101.

Kramer, S. L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall.

Kusnama, Suwarna, N., & Amin, T. C. (2010). Peta Geologi Lembar Sungai Penuh dan Ketaun, Sumatera Skala 1:250.000. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Bandung.

Pawirodikromo, W. (2012). Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan. Pustaka Pelajar

Poedjoprajitno, S. (2012). Geologi dan evolusi Cekungan Kerinci, Sumatra. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Pusat Studi Gempa Nasional (PUSGEN). (2017). Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Kementerian PUPR, Bandung.

Pusat Studi Gempa Nasional (PUSGEN). (2018). Kajian Gempa Palu Provinsi Sulawesi Tengah 28 September 2018 (Mw 7.5). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Ramesh, P., et al. (2019). GIS-based liquefaction susceptibility mapping using weighted overlay analysis in earthquake-prone regions. Journal of Applied Geophysics.

Seed, H. B., & Idriss, I. M. (1971). Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 97(SM9), 1249–1273.

SNI 1726:2012. (2012). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Badan Standardisasi Nasional.

United States Geological Survey (USGS). (2024). Global Vs30 Model. U.S. Geological Survey.

Utama, H. W., & Mulyasari, R. (2024). Geomorphological structure of landform characteristics as a reference for development recommendations in active volcanic and faulting areas, a case study in Kerinci Region, Jambi Province, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience*, *11*(1), 123-139

Verstappen, H. T. (1983). Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Environmental Development. Elsevier.

Youd, T. L., & Idriss, I. M. (Eds.). (2001). Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 127(10), 817–833.