

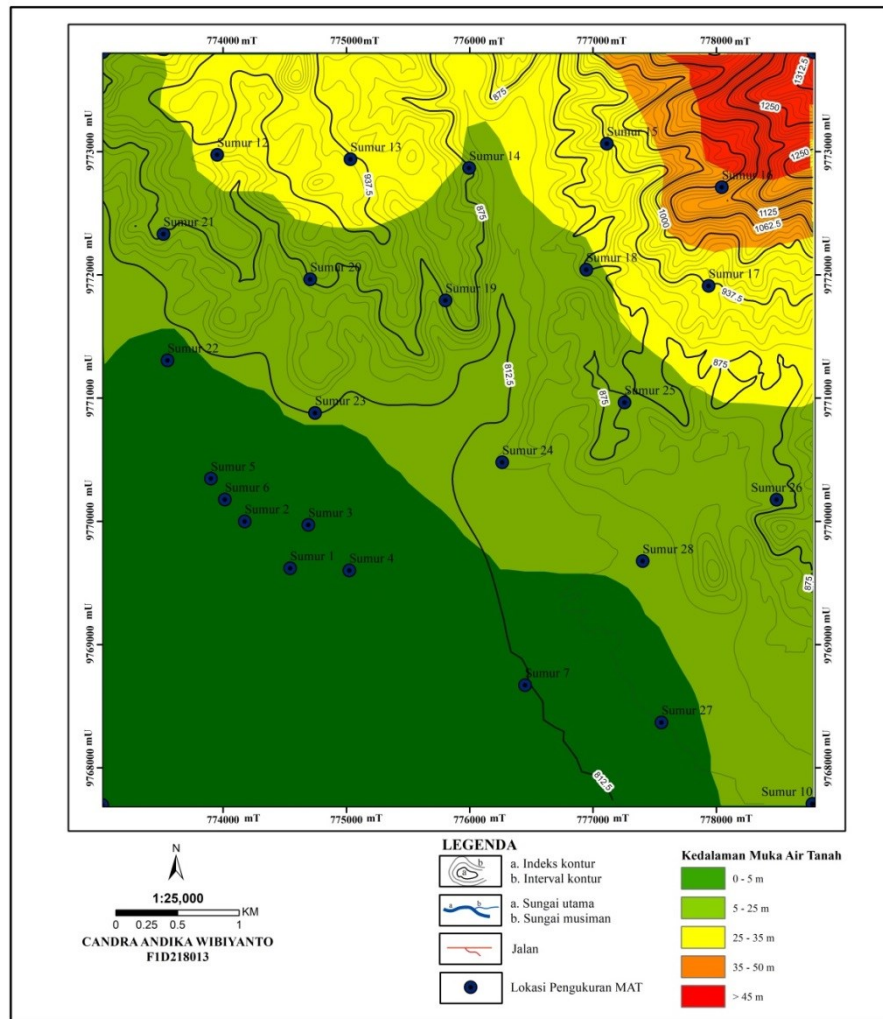
BAB V

STUDI POTENSI LIKUEFAKSI

Fenomena Likuefaksi merupakan fenomena dimana hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat getaran gempa. Faktor Geologi berperan dalam pemicu terjadinya Likuefaksi diantaranya yaitu kegempaan, geomorfologi, jenis litologi dan kedalaman muka air tanah. Metode kualitatif yang diprakarsai oleh Keith et.al (1999) dalam Fauzan, dkk, 2021 dimana dengan memperhatikan umur formasi batuan dan kedalaman muka air tanah daerah penelitian terdapat potensi Likuefaksi dimana di barat laut Danau Kerinci, Kabupaten Kerinci pernah dilanda gempa bumi yakni pada tanggal 6 Oktober 1995 dengan magnitudo 7.0 dan daerah penelitian terdapat formasi kuartir alluvial dengan muka air tanah dangkal < 10 m. Studi potensi Likuefaksi pada daerah penelitian menggunakan 5 parameter yaitu muka airtanah, kemiringan lereng, geomorfologi, umur formasi batuan dan jenis tanah. Berdasarkan parameter yang telah dianalisis dengan peta-peta yang dibuat yaitu peta geologi, peta geomorfologi, peta cekungan airtanah, peta kemiringan lereng, peta geologi, peta jenis tanah dan peta geomorfologi, peta-peta tersebut kemudian di overlay dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk mendapatkan wilayah yang memiliki potensi Likuefaksi.

5.1 Kedalaman Muka Air Tanah

Menurut Lumban Batu, 2012 kedudukan permukaan air bawah tanah merupakan salah satu faktor penting untuk diketahui, sebab batuan yang jenuh air adalah batuan yang mempunyai potensi mengalami pelulukan. Pengukuran kedalaman muka air tanah dilakukan dengan melakukan pengukuran pada sumur gali warga pada daerah penelitian. Dari kegiatan pengamatan dilapangan sumur gali warga tidak semua berada pada area penelitian. Pemukiman penduduk hanya terkonsentrasi pada bagian barat daya dan selatan area penelitian sebagian wilayah merupakan tutupan lahan hutan lahan dan semak belukar yang bukan area pemukiman. Dari beberapa rumah warga yang dikunjungi tidak semua menggunakan sumur gali sebagian sudah menggunakan pengairan dari perusahaan daerah air minum. Peta pengukuran kedalaman muka air tanah dapat memberikan informasi variasi kedalaman muka air tanah, dapat dilihat pada gambar 29.



Gambar 1. Peta Pengukuran Kedalaman Muka Air Tanah Daerah Penelitian

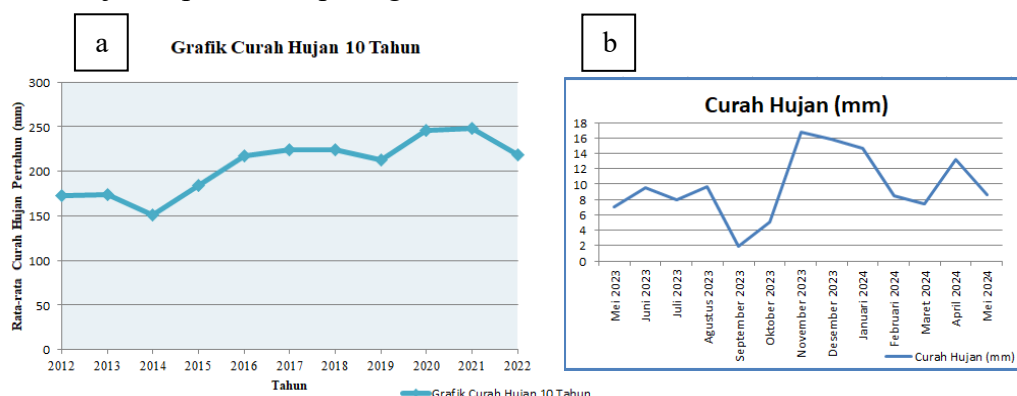
Daerah penelitian termasuk kedalam cekungan airtanah Sungai Penuh dengan sebaran kedalaman muka airtanah yang dangkal dihitung dari sumur penduduk pada daerah penelitian yakni < 5 m. Muka airtanah yang dangkal tersebut dapat mempengaruhi kejenuhan dari lapisan tanah pada daerah penelitian.. Berdasarkan 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 lampiran peta 5. Sebaran titik lokasi pengamatan dan kedalaman muka airtanah pada daerah penelitian dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

Tabel 1. Kedalaman Muka Airtanah Daerah Penelitian.

LP	Koordinat		Elevasi (mdpl)	Kedalaman (m)
	X	Y		
Sumur 1	774476	9769794	802	2.10
Sumur 2	774334	9769928	798	3
Sumur 3	774553	9769964	804	1.25
Sumur 4	774637	9769822	805	1.53
Sumur 5	773901	9770347	802	1.9
Sumur 6	773949	9770350	802	0.9
Sumur 7	776449	9768671	804	1.3

Curah Hujan

Curah hujan memungkinkan terjadinya pengaruh kekakuan tanah. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan posisi muka air tanah yang lebih dekat dengan permukaan dan menyebabkan tanah mempunyai sifat jenuh air. Semakin tinggi curah hujan akan mengganggu tingkat kepadatan tanah. Data curah hujan didapatkan dari bmgk dimana data yang digunakan selama 10 tahun terakhir. Semakin tinggi curah hujan akan mengganggu tingkat kepadatan tanah. Grafik curah hujan dapat dilihat pada gambar 30 berikut.



Gambar 2. a. Grafik Curah Hujan Kabupaten Kerinci Tahun 2012 – 2022.

b. Grafik Curah Hujan Kabupaten Kerinci 12 Bulan Terakhir.

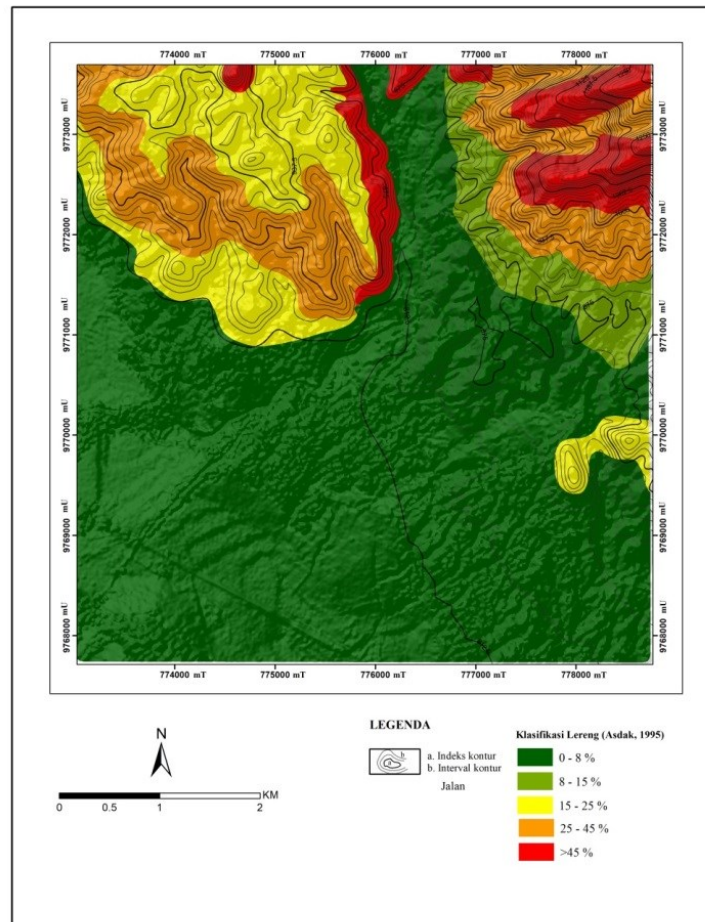
(sumber: dataonline.bmgk.go.id)

Selama periode 10 tahun terakhir curah hujan daerah penelitian mengalami kenaikan curah hujan yang paling tinggi terjadi di tahun 2020 dan 2021 dengan rata-rata 250 mm, adanya perubahan angka curah hujan seperti itu dapat menyebabkan tingkat muka tanah yang dangkal pada daerah penelitian. Sementara pada periode satu tahun terakhir curah hujan daerah penelitian mengalami kenaikan curah hujan yang paling tinggi terjadi bulan november hingga desember. Dengan kondisi kemiringan lereng maka aliran air akan mengalir menuju tempat

yang lebih rendah hingga ke permukaan yang merupakan daerah dataran. Curah hujan daerah penelitian juga menjadi pengaruh tingkat pelapukan pada daerah penelitian semakin tinggi, tingkat pelapukan yang tinggi akan membuat material seperti bebatuan dan tanah menjadi lapuk dan mengganggu tingkat kepadatan tanah menjadi rendah.

5.2 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan kondisi yang dapat menggambarkan zona potensi Likuefaksi di daerah penelitian. Jelas sekali bahwa pada saat gempa bumi terjadi atau terjadi gempa bumi. Peta kemiringan lereng berfungsi untuk melihat variasi persentase kemiringan lereng daerah penelitian, dapat dilihat pada gambar 31.



Gambar 3. Peta Kemiringan Lereng Daerah Penelitian

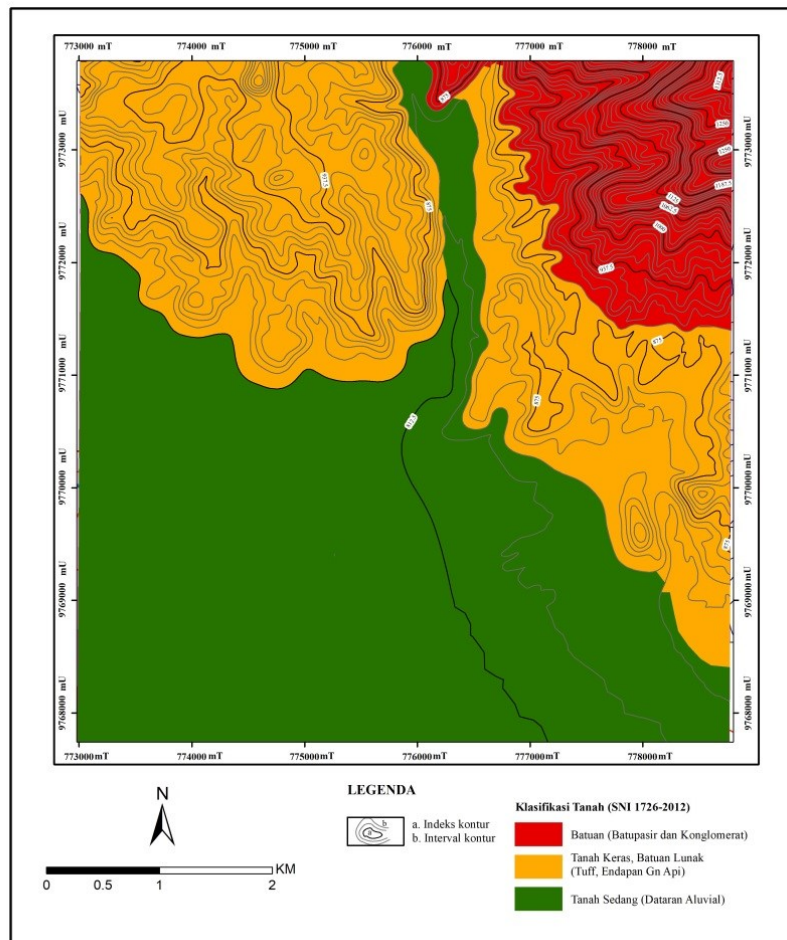
Kemiringan lereng pada daerah penelitian dibagi menjadi lima kelas berdasarkan pembagian kelas kemiringan lereng menurut Asdak (1995). Dimana pada peta persentase kemiringan lereng digambarkan dengan warna. Daerah

dengan warna merah memiliki kemiringan lereng yang sangat curam dengan persentase kemiringan lereng $>45\%$, daerah dengan warna orange memiliki kemiringan lereng yang curam dengan persentase $25-45\%$, daerah dengan warna kuning memiliki kemiringan lereng agak curam dengan persentase $15-25\%$, daerah dengan warna hijau muda memiliki kemiringan lereng yang landai dengan persentase kemiringan sekitar $8-15\%$, daerah dengan warna hijau tua memiliki kemiringan lereng datar dengan persentase sekitar $0-8\%$.

Daerah penelitian didominasi dengan kemiringan lereng yang datar dengan persentase kemiringan lereng $0-8\%$. Daerah dataran merupakan tempat akumulasi hasil erosi perbukitan yang ada disekitar lokasi penelitian dimana dalam peta geologi daerah tersebut didominasi oleh formasi Quarter Alluvial. Kondisi topografi datar memiliki kedudukan muka air tanah yang dangkal dibandingkan dengan lereng yang curam. Daerah dengan kemiringan lereng datar menjadi tempat akumulasi sedimen dengan umur yang lebih muda dimana menurut youd likuefaksi lebih berpotensi terjadi pada formasi geologi dengan umur Holosen. Wilayah yang dimungkinkan memiliki tingkat potensi likuefaksi yang tinggi berdasarkan kemiringan lerengnya adalah pada bagian selatan daerah penelitian. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut memiliki kondisi lereng yang datar.

5.3 Jenis Tanah

Jenis tanah merupakan faktor penting penyebab terjadinya Likuefaksi dan jelas bahwa tanah gembur jauh lebih rentan dibandingkan tanah padat (Seed, 1971). Terdapat dua metode yang dilakukan untuk melihat kondisi tanah pada daerah penelitian. Pertama dengan peta jenis tanah menggunakan Vs30 sebagai variabel geospasial yang berfungsi untuk melihat variasi jenis kekakuan tanah pada daerah penelitian, dapat dilihat pada gambar 34. Kedua melakukan pengujian laboratorium terhadap sampel tanah yang diambil pada daerah penelitian guna melihat sifat fisik dan mekanika tanah.



Gambar 4. Peta Jenis Tanah Daerah Penelitian

Kelas Situs Tanah Berdasarkan Nilai Vs30 *United States Geological Survey (USGS)*

Data Vs30 diperoleh dari website *United States Geological Survey (USGS)* yang kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak SIG untuk memperoleh nilai kelas situs tanah. Klasifikasi Tanah (SNI 1726-2012) Kelas situs tanah pada daerah penelitian terdiri dari kelas SB ($Vs30 > 760$ m/s), SC (360 m/s $< Vs30 < 760$ m/s) dan SD ($Vs30 < 360$ m/s). Dimana pada peta variasi jenis tanah digambarkan dengan warna. Wilayah dengan warna hijau memiliki kelas D situs tanah sedang dengan nilai $Vs30 < 360$ m/s. Wilayah dengan warna orange memiliki kelas SC situs tanah keras dan batuan lunak dengan nilai 360 m/s $< Vs30 < 760$ m/s. Sedangkan wilayah dengan warna merah memiliki kelas SB situs batuan dengan nilai $Vs30 > 760$ m/s. Tingkat kepadatan tanah pada kelas situs SD (tanah sedang) lebih rendah dibanding dengan kelas situs tanah B (batuan).

Nilai Vs30 berperan untuk mengkarakterisasi kekakuan dan kepadatan material lapisan tanah. Kecepatan rambatan gelombang geser dalam 30 meter pertama dari permukaan tanah dapat memberikan nilai informasi kepadatan tanah tersebut terhadap getaran. Menurut Karpouza, M dkk, 2021 nilai kelas SB menunjukkan wilayah yang tidak rentan terhadap Likuefaksi dengan jenis tanah Batuan, kelas SC mewakili tanah kaku yang cukup rentan terhadap Likuefaksi dengan jenis tanah Tuff dan endapan gunung api, dan kelas SD mewakili tanah lunak yang sangat rentan terhadap Likuefaksi dengan jenis tanah alluvial. Wilayah yang dimungkinkan memiliki tingkat potensi likuefaksi yang tinggi berdasarkan jenis tanah adalah pada bagian selatan daerah penelitian. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut memiliki jenis tanah dengan kelas situs tanah D(tanah sedang) dengan tingkat kepadatan yang rendah.

Analisa Laboratorium

Analisa tanah yang diambil dari daerah penelitian dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanika tanah dilaboratorium. Pengujian yang dilakukan berupa kadar air, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, dan kuat geser tanah. Pengujian ini dilakukan untuk melihat kondisi tanah pada daerah penelitian berdasarkan sifat fisik dan mekanika tanah terhadap potensi likuefaksi. Berikut merupakan tabel hasil analisa laboratorium pada sampel tanah daerah penelitian.

Tabel 2. Hasil analisa laboratorium

Pengujian	Hasil			
	Sampel BH 01	Sampel BH 02	Sampel BH 03	Sampel BH 04
Kadar air (%)	28.19	45.069	65.558	98
Batas cair	41.53	55.66	50.42	54.92
Batas plastis	31	40	41.03	44.9
Indeks plastisitas	10.53	15.66	9.39	7.02
Analisa saringan	Tertahan saringan no.200 = 43.2 %	Tertahan saringan no.200 = 53 %	Tertahan saringan no.200 = 50.6 %	Tertahan saringan no.200 = 60.8 %

Sampel tanah yang diambil sejumlah 4 sampel dari beberapa lokasi pada daerah penelitian. Lokasi yang dijadikan titik pengambilan sampel merupakan dua lokasi dengan morfologi yang berbeda, dimana kode sampel BH 01 dan BH 02 merupakan daerah perbukitan dan kode sampel BH 03 dan BH 04 merupakan

daerah dataran aluvial. Menurut Pawirodikromo (2012) suatu tanah berpotensi terhadap Likuefaksi diantaranya memiliki Indeks plastisitas $IP < 13\%$. Tiga dari empat sampel yang dianalisa menunjukkan nilai indeks plastisitas $< 13\%$ yang berpotensi terjadi Likuefaksi. Dari hasil analisa laboratorium terdapat perbedaan nilai indeks plastisitas dimana kode sampel BH 03 dan BH 04 memiliki nilai lebih rendah. Sehingga lokasi titik pengambilan sampel BH 03 dan BH 04 lebih berpotensi terjadi Likuefaksi.

Kadar Air

Kadar air yang didapat dari hasil uji di laboratorium dari 4 sampel yang diambil pada daerah penelitian. Hasil pengujian kadar air adalah 28,19%, 45.069%, 65.558% dan 98%. Sampel dengan nilai kadar air 28,89% dan 45.069% diambil pada lereng bukit. Sedangkan sampel dengan nilai 65.558% dan 98 diambil pada morfologi dataran. Kadar air yang diambil pada morfologi dataran memiliki nilai kadar air yang lebih besar karena relatif paling dekat dengan sungai dan muka airtanah.

Analisa Saringan

Analisa butir tanah dilakukan untuk melihat gradasi butir tanah pada daerah penelitian. Hasil analisa butir tanah keempat sampel menunjukan persentase Tertahan saringan no.200 = 43.2 %, Tertahan saringan no.200 = 53 %, Tertahan saringan no.200 = 50,6 %, Tertahan saringan no.200 = 60,8 %. Pada daerah penelitian didominasi oleh tanah lanau pasir-lempung yang memiliki sifat kohesif.

Atterberg Limit

Uji batas Atterberg berupa uji batas cair dan batas plastis serta perhitungan indeks plastis dari data batas cair dan batas plastis. Menurut Pawirodikromo (2012) suatu tanah berpotensi terhadap Likuefaksi diantaranya memiliki Indeks plastisitas $IP < 13\%$. Tiga dari empat sampel yang dianalisa menunjukkan nilai indeks plastisitas $< 13\%$ yang berpotensi terjadi Likuefaksi

Kuat Geser Tanah

Pada pengujian kuat geser tanah pada sampel A untuk beban 3,167 kg didapat nilai tegangan normal = $0,087 \text{ kg/cm}^2$ dan tegangan geser = $0,029 \text{ kg/cm}^2$ dengan tegangan geser maksimal terjadi pada 1,45 menit, untuk beban 6,334 kg

didapat nilai tegangan normal = 0,174 kg/cm² dan tegangan geser = 0,089 kg/cm² pada waktu 1,30 menit sedangkan untuk beban 12,668 kg didapat nilai tegangan normal = 0,348 kg/cm² dan tegangan geser = 0,148 kg/cm² pada waktu ke 2 menit dengan nilai Kohesi (c) = 0,0028 kg/cm² dan nilai Sudut Geser (Ø) = 19°

Nilai kuat geser yang diperoleh dengan nilai kohesi, tegangan total dan sudut geser dalam untuk sampel tersebut. Sesuai dengan rumus, diperolehlah perhitungan sebagai berikut :

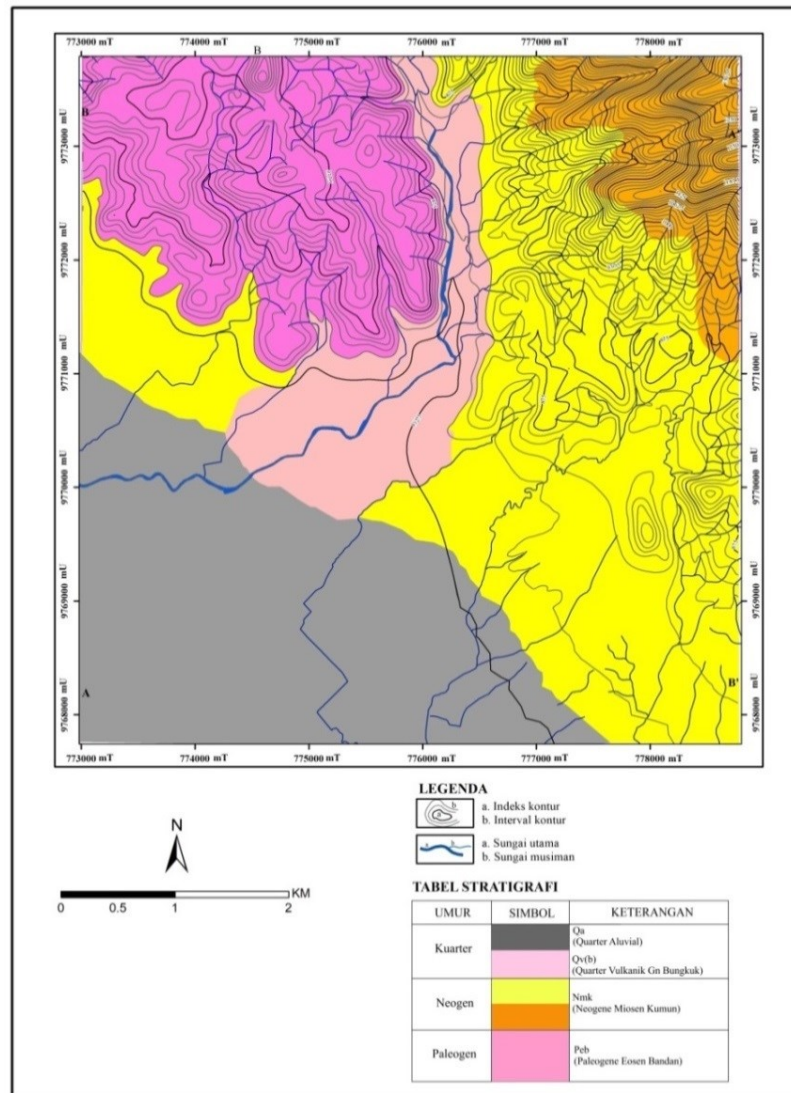
$$\begin{aligned} S &= C + \sigma \tan \varphi \\ &= 0,0028 + 0,348 \tan 19^\circ \\ &= 0,1218 \text{ Kg/m}^2 = 11,95 \text{ Kpa} \end{aligned}$$

Uji Kuat Geser (<i>Direct shear</i>)	Besar sudut (φ)	Nilai Kohesi (c)
Sampel	19 °	0,0028 Kg/cm ²

Tanah Lanau pasiran bersifat kohesif sebagian sehingga tingkat plastisitasnya juga sedang. Konsistensi akan berubah-ubah sesuai dengan kandungan kadar air yang terkandung. Kohesi menurun mengikuti kenaikan kadar air tanah, hal ini berbanding lurus dengan sudut geser dalam yang akan menurun jika kadar air meningkat. Hal ini diakibatkan pada musim hujan, peningkatan kadar air didalam tanah akan meningkatkan tekanan air pori (μ) yang arahnya berlawanan dengan kekuatan ikatan antar butir (kohesi). Kadar air berhubungan dengan nilai kohesi dan besar sudut.

5.4 Geologi

Kondisi geologi merupakan paramater yang penting dalam penentuan zona potensi Likuefaksi dimana dalam hal ini umur endapan menjadi parameter untuk digunakan. Youd dan Hoose (1977) menganggap sedimen berumur Holosen akhir adalah yang paling rentan terhadap Likuefaksi, endapan Holosen awal cukup mudah dicairkan dan endapan pra-Pleistosen tidak mungkin untuk dicairkan. Sedimen berumur Pleistosen Atas diperkirakan akan mencair hanya pada kondisi pembebanan gempa yang parah. Peta geologi berfungsi untuk melihat umur formasi pada daerah penelitian, dapat dilihat pada gambar 33.



Gambar 5. Peta Geologi Daerah Penelitian

Pada daerah penelitian tersusun dari tiga formasi batuan dimana urutan dari tua ke muda yaitu Formasi Paleogen Bandan, Neogen Kumun, Quarter Vulkanik, dan Quarter Alluvial. Menurut Karpouza, dkk, 2021 endapan yang tidak terkonsolidasi sebagian besar merupakan endapan aktivitas geologi masa lalu seperti endapan erosi dan pelapukan, sehingga sebagian besar merupakan dataran banjir atau endapan aluvial. Jenis endapan atau formasi seperti ini lebih rentan terhadap Likuefaksi.

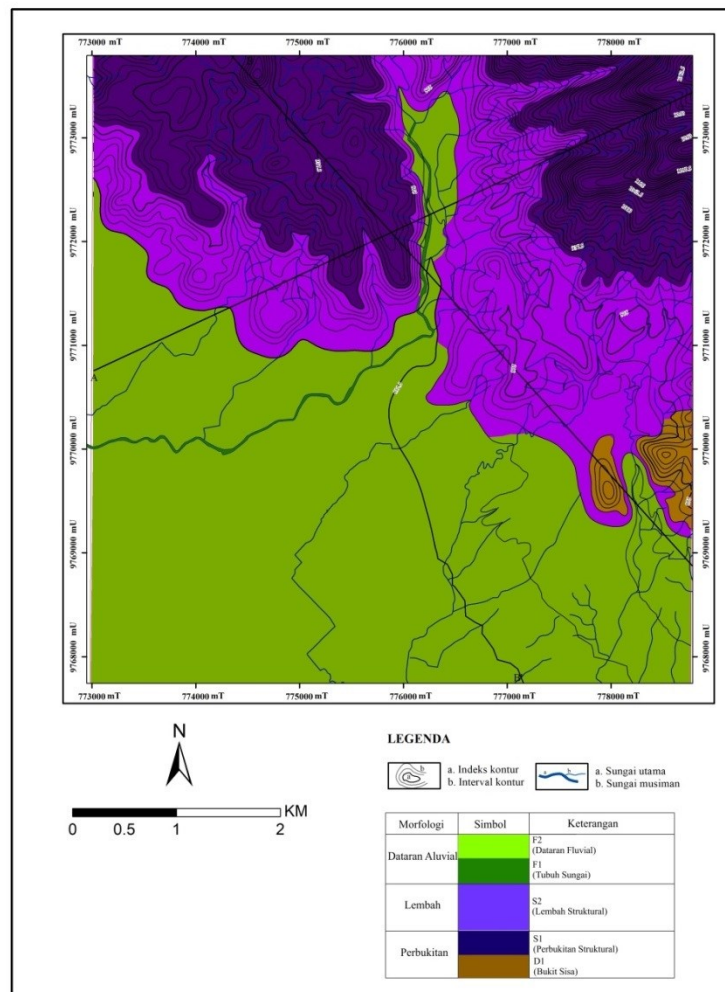
Dimana pada peta formasi geologi digambarkan dengan warna. Wilayah dengan warna abu-abu dan merah muda terang yang merupakan formasi Quarter Aluvial dan Quarter Vulkanik Gunung Api Bungkok dimana berdasarkan peta geologi lembar sungai penuh dan kota memiliki umur Quarter. Wilayah dengan

warna kuning dan orange yang merupakan formasi Neogen Miosen Kumun dimana berdasarkan peta geologi lembar sungai penuh dan ketaun memiliki umur Neogen yang lebih tua dibandingkan dengan formasi Quarter Aluvial dan Quarter Vulkanik Gunung Api Bungkok. Wilayah dengan warna merah muda gelap merupakan formasi Paleogen Eosen Banda dimana berdasarkan peta geologi lembar sungai penuh dan ketaun memiliki umur Paleogen yang lebih tua dibandingkan dengan formasi Neogen Miosen Kumun, formasi Quarter Aluvial dan Quarter Vulkanik Gunung Api Bungkok. Wilayah yang dimungkinkan memiliki tingkat potensi likuefaksi yang tinggi berdasarkan umur formasi geologi adalah pada bagian selatan daerah penelitian. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut memiliki umur formasi yang lebih muda yakni berumur Quarter.

5.5 Geomorfologi

Parameter geomorfologi merupakan parameter penting dalam penilaian Likuefaksi. Bentuk lahan suatu wilayah seperti dataran aluvial yang lebih muda dan dataran banjir lebih rentan terhadap Likuefaksi. Peta geomorfologi berfungsi untuk melihat bentuk lahan pada daerah penelitian, dapat dilihat pada gambar 34.

Pada daerah penelitian tersusun dari tiga morfologi yakni morfologi dataran aluvial, lembah dan perbukitan. Menurut Ramesh, P dkk, 2019 daerah yang rentan terhadap Likuefaksi dapat diidentifikasi melalui analisis geologi dan geomorfologi.. Wilayah dengan warna hijau pada peta menunjukkan morfologi dataran aluvial. Wilayah dengan warna ungu muda pada peta menunjukkan morfologi lembah. Wilayah dengan warna ungu tua dan coklat pada peta menunjukkan morfologi perbukitan. Wilayah yang dimungkinkan memiliki tingkat potensi likuefaksi yang tinggi berdasarkan morfologi adalah pada bagian selatan daerah penelitian. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut memiliki morfologi dataran aluvial tempat akumulasi sedimen dari hasil pelapukan material yang belum terkompaksi.



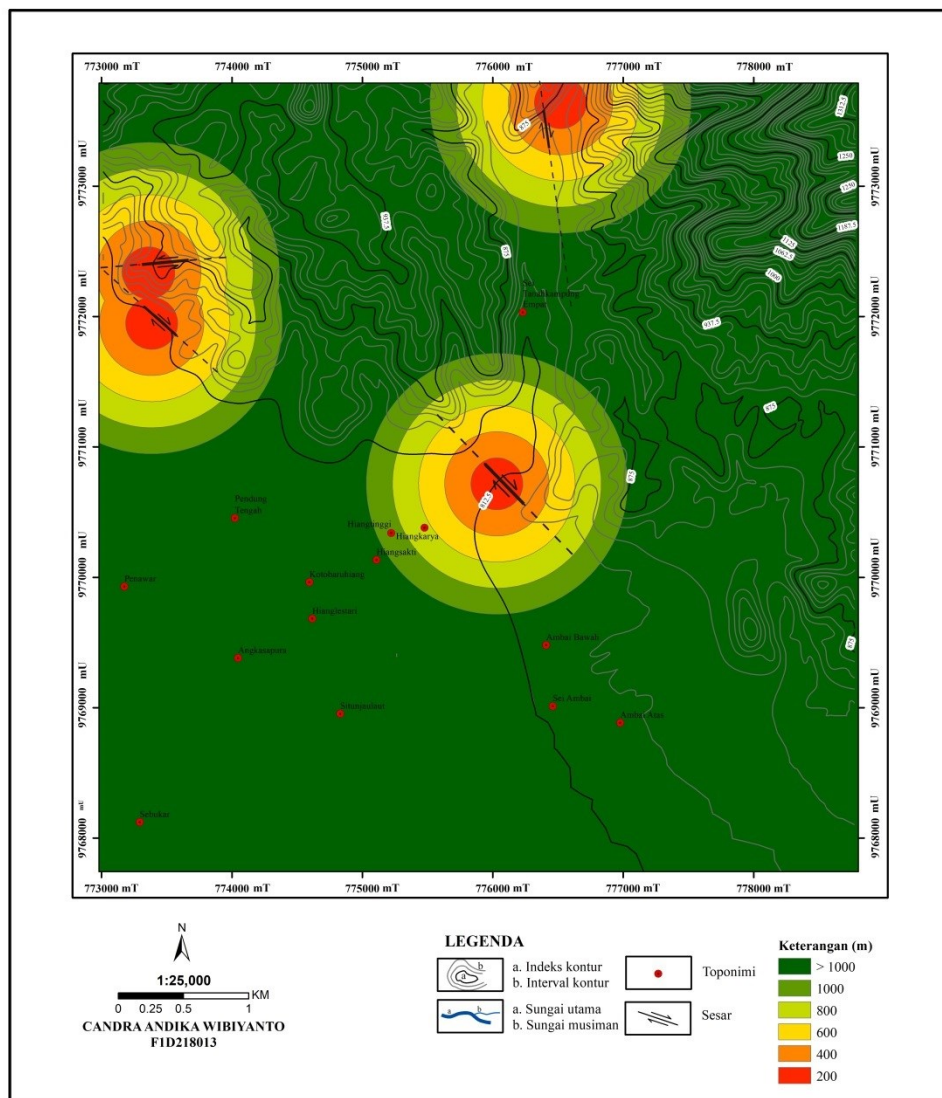
Gambar 6. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

5.6. Jarak Sungai

Jarak sungai dihitung dengan menggunakan data rupa bum Indonesia. Sungai utama di daerah penelitian merupakan sungai Tanah Kampung Empat dan anak-anak sungai yang melewati daerah penelitian, sungai tersebut menghasilkan lembah fluvial dengan permukaan air tanah yang dangkal. Likuifaksi lebih berpotensi terjadi di sepanjang sungai, danau, dan telaga menurut Ramesh, P, dkk, 2019. Sungai-sungai yang mengalir pada daerah penelitian terdapat banyak endapan pasir dan material endapan lainnya. Oleh karena itu, analisis buffer dibuat di sungai utama pada daerah penelitian menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Menurut Ramesh, P, dkk, 2019 mengelompokkan jarak sungai dengan interval 500 m.

5.7 Jarak Struktur Geologi

Struktur geologi merupakan porositas sekunder dan pada daerah penelitian aktivitas kegempaan pernah terjadi dari sesar siulak yang menyebabkan gempa menurut Badan Meteorologi dan Geofisika. Dalam penelitian ini, analisis buffer kelurusan digunakan untuk melakukan penilaian kerentanan likuifaksi menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Menurut Ramesh, P, dkk, 2019 mengelompokkan jarak sungai dengan interval 200 m.



Gambar 8. Peta Jarak Struktur Daerah Penelitian

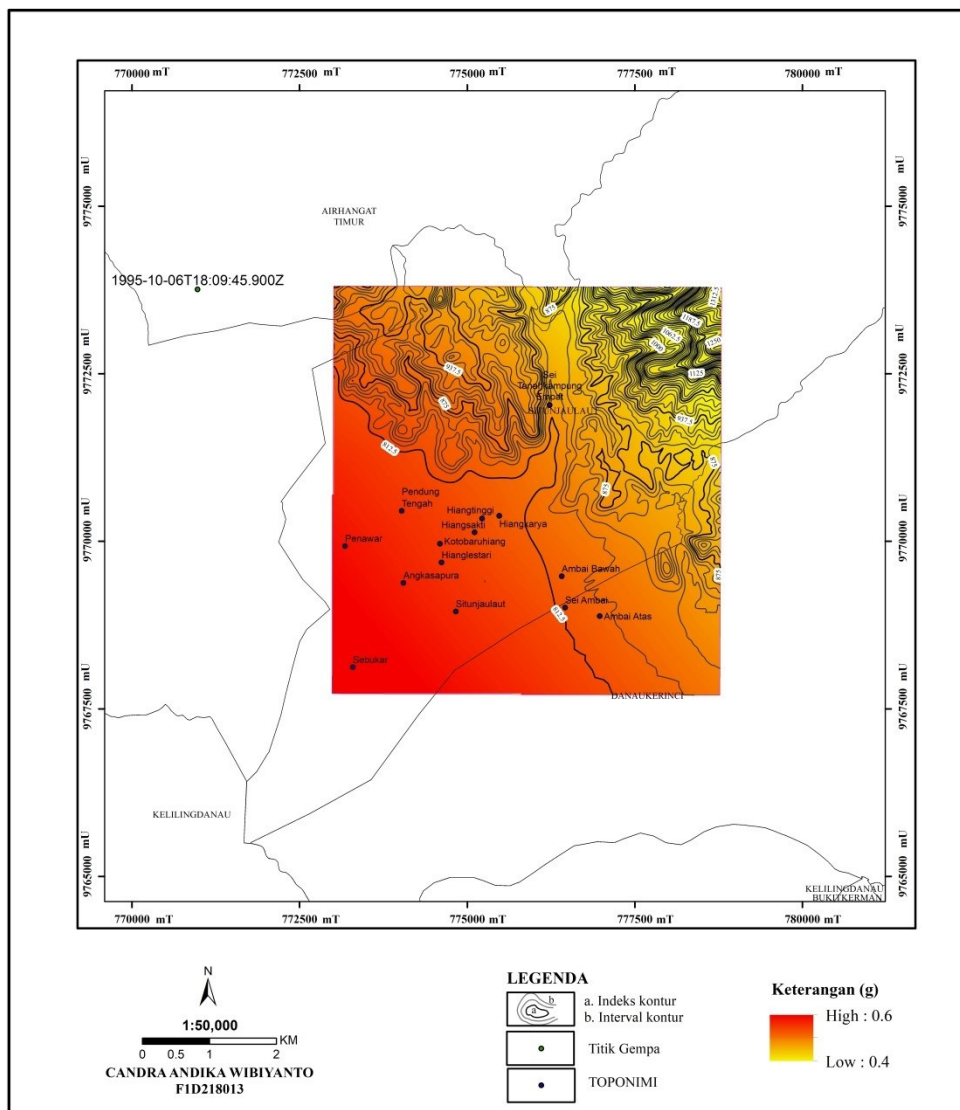
Pada daerah penelitian terdapat struktur geologi berupa sesar dari hasil kegiatan pemetaan dilapangan. Struktur geologi yang terdapat pada peta dilakukan analisis buffer untuk mengelompokkan daerah dengan interval jarak 200 m menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Daerah dengan warna merah merupakan

zona dengan jarak dari struktur yang paling terdekat yaitu 0-200 m hal demikian zona dengan warna merah merupakan daerah yang rentan dengan potensi likuefaksi karena dengan dengan struktur geologi yang dapat menjadi porositas sekunder tempat mengalirnya muka air tanah dan dapat memicu aktivitas kegempaan. Daerah 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 memiliki jarak > 1000 m.

5.8 Peak Ground Acceleration

Nilai percepatan getaran maksimum pada suatu titik tertentu untuk periode ulang kejadian waktu tertentu. Nilai ini menggambarkan respon lapisan tanah dan batuan pada saat gempa terjadi dimana dalam penelitian ini menggunakan referensi dari Peta Percepatan Tanah Puncak (Pusgen, 2017). Daerah penelitian memiliki nilai percepatan tanah puncak dengan nilai 0,4 – 0,6 g. Menurut Ramesh, P, dkk, 2019 nilai terkecil dari PGA memiliki potensi yang lebih rentan terhadap likuefaksi. Titik terjadinya gempa pada tahun 1995 berada pada Barat-laut daerah penelitian dengan kedalaman gempa 33 m dan magnitudo 7,0.

Berdasarkan peta PGA Pusgen tahun 2017 (Pusgen, 2017) memperlihatkan bahwa zona PGA di sekitar daerah Kerinci terdapat dalam 3 zona yaitu zona 1 dengan nilai PGA 0,5 - 0,6 g, Zona 2 dengan nilai PGA 0,4 - 0,5 g dan Zona 3 dengan nilai PGA 0,3 - 0,4 g. Zona 1 nilai PGA 0,5 – 0,6 g terletak di bagian Barat-daya daerah penelitian. Zona 2 penyebarannya terletak di bagian tengah daerah penelitian. Zona 3 penyebarannya meliputi Timur-laut daerah penelitian. Terkait data PGA, jika terjadi gempa maka pengaruh terbesar terhadap kerusakan terdapat pada zona PGA yang tinggi yaitu di zona 3. Litologi aluvial, jika terjadi gempa akan mengakibatkan kerusakan yang parah. Menurut badan Geologi dalam penentuan kerentanan likuefaksi menggunakan nilai percepatan tanah puncak $> 0,1$ g pada periode ulang 500 tahun dengan batas minimum nilai percepatan tanah puncak yang dapat menimbulkan potensi likuefaksi adalah 0,1 g.



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

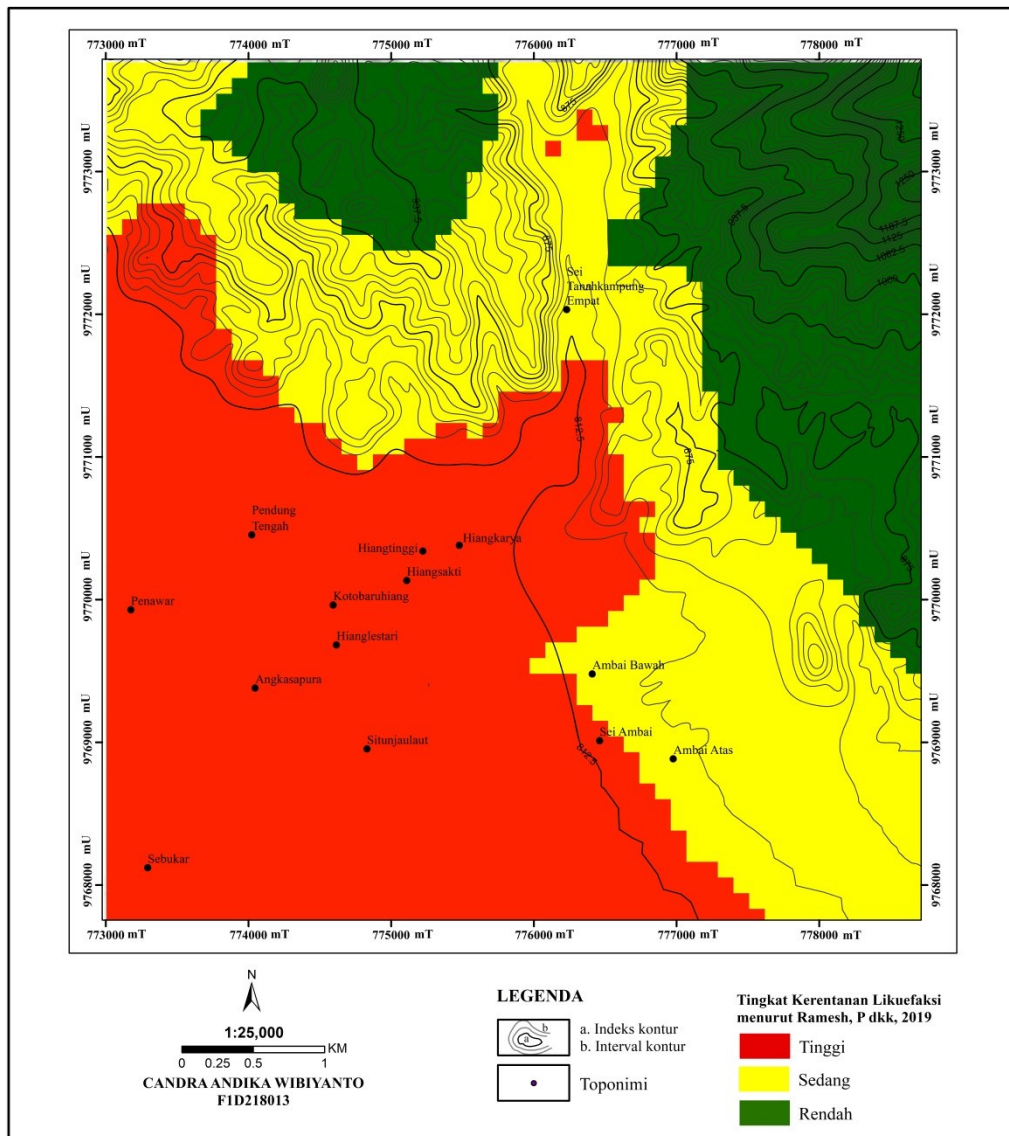
5.9 Potensi Likuefaksi Daerah Penelitian

Likuefaksi merupakan bahaya yang diakibatkan dari gempa bumi yang terjadi. Gempa yang pernah terjadi di daerah penelitian yaitu pada tahun 1909 dan 1995 yang merupakan gempa dengan dampak yang cukup besar. Gempa pada tahun 1995 memiliki magnitudo 7,0 dan kedalaman 33 km yang termasuk kategori gempa dangkal. Berdasarkan peta kerentanan likuefaksi Indonesia daerah penelitian merupakan daerah dengan potensi sedang terhadap likuefaksi dengan kemungkinan terjadi yaitu pergeseran tanah dan penurunan tanah. Peristiwa likuefaksi di Indonesia yang pernah terjadi dan termasuk kejadian yang besar di Indonesia yaitu di Palu. Gempa yang memicu terjadinya likuefaksi memiliki

magnitudo 7,5 dengan kedalaman 10 km. Gempa tersebut termasuk ke dalam kategori gempa dangkal. Daerah Kota Palu yang mengalami fenomena tersebut daerahnya tersusun oleh endapan aluvial pantai berumur Holosen, terdiri dari kerikil, pasir, lumpur dan batugamping koral. Sedangkan kedalaman muka airtanah didataran alluvial ini berkisar antara 1,4 dan 2,7 m. Dengan demikian Likuefaksi wilayah Kota Palu dan sekitarnya disebabkan oleh kondisi geologi dan hidrologi wilayah ini (Pusat Studi Gempa Nasional, 2018). Dari beberapa karakteristik terjadinya likuefaksi di Palu, dapat disimpulkan bahwasanya daerah penelitian secara geologi sama dengan kondisi yang terjadi di Palu dimana daerah penelitian pernah terjadi gempa dengan kedalaman dangkal yang dapat memicu terjadinya likuefaksi, terdapat endapan aluvial dan memiliki muka air tanah yang cukup dangkal yaitu dibawah 5 meter.

Potensi kerentanan Likuefaksi daerah penelitian memiliki beberapa parameter- parameter yang telah diuraikan sebelumnya. Parameter-parameter tersebut dijadikan dasar untuk menentukan wilayah dan tingkat kerentanan Likuefaksi di daerah penelitian. Peta jarak sungai, peta kedalaman muka airtanah, peta jenis tanah, peta geologi dan peta geomorfologi, peta jarak struktur geologi, dan peta percepatan tanah puncak dioverlay terbobot dengan menggunakan perangkat lunak ArcGis dengan berdasarkan nilai pembobotan pada masing-masing parameter lalu diklasifikasikan tingkat kerentannanya berdasarkan interval yang dihitung, pembobotan parameter mengacu kepada Ramesh, P dkk, 2019 untuk menentukan zona-zona kerentanan Likuefaksi dimana dibagi dari wilayah yang memiliki potensi kerentanan tinggi, sedang hingga rendah.

Hasil overlay terbobot dari Peta jarak sungai, peta kedalaman muka airtanah, peta jenis tanah, peta geologi dan peta geomorfologi, peta jarak struktur geologi, dan peta percepatan tanah puncak dengan menggunakan perangkat lunak ArcGis sehingga didapatkanlah hasil peta potensi likuefaksi daerah penelitian yang dapat dilihat pada gambar 38.



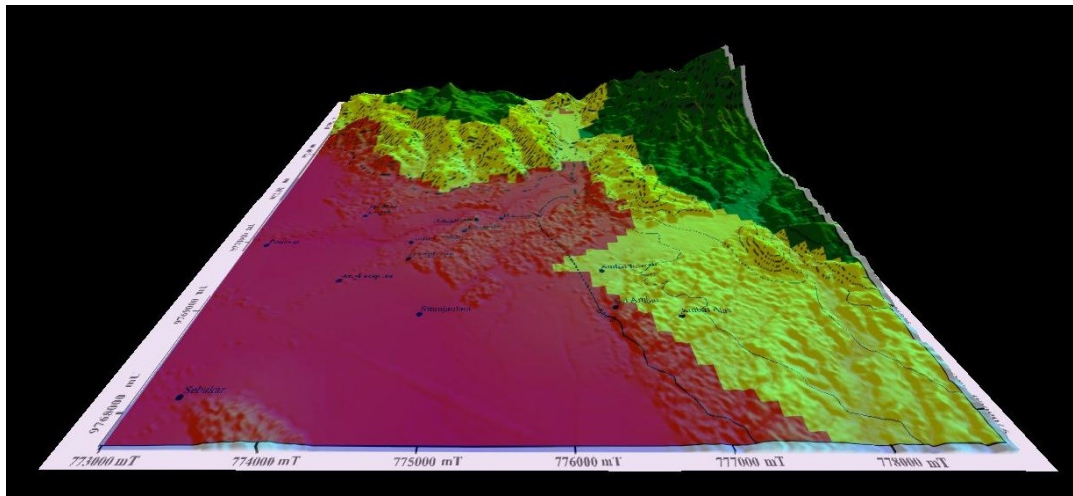
Gambar 10. Peta Kerentanan Likuefaksi Daerah Penelitian

Daerah dengan warna hijau pada gambar merupakan daerah dengan tingkat potensi Likuefaksi yang rendah, dimana daerah ini memiliki kemiringan lereng yang sangat curam ($>45\%$), curam ($25-45\%$) hingga agak curam ($15-25\%$). Satuan geomorfologi yang terhampar pada daerah tingkat kerawanan rendah adalah perbukitan, jenis tanah pada daerah ini merupakan jenis tanah dengan kelas situs B yang merupakan jenis tanah batuan yang tidak rentan terhadap Likuefaksi. Umur endapan pada daerah ini secara geologi termasuk ke dalam formasi Paleogen Bandan. Kedalaman muka air tanah di daerah ini tidak teramati secara langsung dikarenakan daerah ini merupakan tutupan lahan berupa semak belukar, ladang dan hutan sehingga tidak terdapat sumur gali penduduk.

Daerah dengan warna kuning pada gambar merupakan daerah dengan tingkat potensi Likuefaksi yang sedang, dimana daerah ini memiliki kemiringan lereng yang sangat agak curam (15-25%) sampai landai. Satuan geomorfologi yang terhampar pada daerah tingkat kerawanan rendah adalah lembah, jenis tanah pada daerah ini merupakan jenis tanah dengan kelas situs c yang merupakan jenis tanah keras/batuan lunak yang kurang rentan terhadap Likuefaksi. Umur endapan pada daerah ini secara geologi termasuk ke dalam formasi Neogen Kumun. Kedalaman muka air tanah di daerah ini tidak teramati secara langsung dikarenakan daerah ini merupakan tutupan lahan berupa semak belukar, ladang dan hutan sehingga tidak terdapat sumur gali penduduk.

Daerah dengan warna merah pada gambar merupakan daerah dengan tingkat potensi Likuefaksi yang tinggi, dimana daerah ini memiliki kemiringan lereng yang landai (15-25%) hingga (0-08%). Satuan geomorfologi yang terhampar pada daerah tingkat kerawanan rendah adalah dataran alluvial, jenis tanah pada daerah ini merupakan jenis tanah dengan kelas situs D yang merupakan jenis tanah sedang rentan terhadap Likuefaksi. Umur endapan pada daerah ini secara geologi termasuk ke dalam formasi Quarter Alluvial. Kedalaman muka air tanah di daerah ini dari pengamatan termasuk dangkal dengan tinggi muka air tanah < 3 m. Hal demikian membuat daerah dengan warna merah mempunyai tingkat kerentanan Likuefaksi yang tinggi.

Peta potensi likuefaksi menunjukkan zona-zona yang berpotensi terjadinya likuefaksi saat gempa bumi terjadi dengan berdasarkan 3 tingkat berdasarkan pembagian zona potensi likuefaksi yang mengacu kepada Ramesh, P dkk, 2019 seperti yang telah diuraikan sebelumnya berdasarkan analisis dan overlay peta-peta serta parameter-parameter yang telah dijelaskan dan dihubungkan untuk kesesuaian kondisinya, kenampakan 3 dimensinya dapat dilihat pada gambar 39.



Gambar 11. Kenampakan 3 dimensi potensi likuefaksi

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.