

# Analisis Potensi Likuifaksi di Kecamatan Balige Berdasarkan *Global Geospatial Model* (GGM)

Diki Prabowo<sup>1</sup>, Lailatul Husna Lubis<sup>1</sup>, Abdul Halim Daulay<sup>1</sup> dan Sugeng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

<sup>2</sup>Stasiun Geofisika Kelas 1 Deli Serdang, Medan

\*Email: lailatulhusnalubis@uinsu.ac.id

Submit: 6 Mei 2024; Revised: 29 Juli 2024; Accepted: 12 September 2024

**Abstrak:** Kecamatan Balige merupakan salah satu dari banyak kecamatan yang ada di Kabupaten Toba Samosir. Letak geografis Kecamatan Balige berdekatan langsung dengan danau vulkanik terbesar di Indonesia yaitu Danau Toba. Kecamatan Balige memiliki catatan gempa sebagai daerah yang termasuk dari beberapa daerah yang terkena dampak gempa bumi yang terjadi di Kabupaten Toba Samosir pada 2021 silam. Penelitian yang dilakukan di Kecamatan Balige memiliki tujuan guna mengetahui nilai  $V_s30$  (kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter), nilai *Peak Ground Velocity* (PGV) di daerah tersebut dan menganalisis potensi likuifaksi di Kecamatan Balige. Analisis potensi likuifaksi yang dilakukan menggunakan metode *Global Geospatial Model* (GGM), dengan meninjau beberapa faktor-faktor yang digunakan sebagai parameter dalam perhitungan suseptibilitas dan probabilitas potensi likuifaksi, diantaranya nilai kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter ( $V_s30$ ) yang diperoleh melalui USGS (*United States Geological Survey*), nilai *Peak Ground Velocity* (PGV) berdasarkan pemodelan dari perangkat lunak *ShakeMap* terhadap skenario gempa terburuk pada Sesar Sumatera Segmen Toru, nilai presipitasi berupa curah hujan rata-rata tahunan periode lima tahun terakhir (2018-2022) dan jarak ke body water (jarak ke danau dan sungai terdekat). Nilai sebaran yang dihasilkan melalui proses pemodelan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8. Berdasarkan perolehan yang didapat nilai  $V_s30$  di Kecamatan Balige menghasilkan nilai sebaran pada rentang nilai 255 m/s hingga 897,8 m/s, nilai PGV (*Peak Ground Velocity*) di Kecamatan Balige berada pada rentang nilai 7,94 cm/s sampai 15,20 cm/s. Perolehan probabilitas potensi likuifaksi yang diperoleh tergolong tinggi yaitu berada pada presentase probabilitas sebesar 0,378.

**Kata kunci:** PGV, likuifaksi, *Global Geospatial Model* (GGM),  $V_s30$ , Balige.

*Abstract:* Balige Sub-district is one of the many sub-districts in Toba Samosir Regency. The geographical location of Balige Sub-district is directly adjacent to the largest volcanic lake in Indonesia, Lake Toba. Balige Sub-district has an earthquake record as an area that is included in several areas affected by the earthquake that occurred in Toba Samosir Regency in 2021. The research conducted in Balige Sub-district aims to determine the value of  $V_s30$

(average shear wave velocity to a depth of 30 meters), the value of *Peak Ground Velocity* (PGV) in the area and analyze the potential for liquefaction in Balige Sub-district. The analysis of liquefaction potential was carried out using the *Global Geospatial Model* (GGM) method, by reviewing several factors used as parameters in the calculation of susceptibility and probability of liquefaction potential, including the value of the average shear wave velocity to a depth of 30 meters ( $V_s30$ ) obtained through the USGS (*United States Geological Survey*), *Peak Ground Velocity* (PGV) values based on modeling from *ShakeMap* software against the worst-case earthquake scenario on the Toru Segment Sumatra Fault, precipitation values in the form of annual average rainfall for the last five years (2018-2022) and distance to body water (distance to the nearest lake and river). The distribution values are generated through a modeling process using ArcGIS 10.8 software. Based on the results obtained, the  $V_s30$  value in Balige District produces a distribution value in the value range of 255 m/s to 897.8 m/s, the PGV (*Peak Ground Velocity*) value in Balige District is in the value range of 7.94 cm/s to 15.20 cm/s. The obtained probability of liquefaction potential is high, which is at a probability percentage of 0.378.

**Keywords:** PGV, liquefaction, *Global Geospatial Model* (GGM),  $V_s30$ , Balige

## 1 PENDAHULUAN

Likuifaksi merupakan suatu keadaan dimana tanah kehilangan kekuatannya karena adanya getaran gempa bumi, likuifaksi dapat terjadi pada keadaan tanah berpasir lepas atau tidak padat dan jenuh air (Annas dkk., 2021). Pada kondisi normal tanah berpasir tidak ada masalah akan tetapi dengan sebuah pemicu (gempa bumi) akan menyebabkan terjadi kerusakan (kerusakan likuifaksi). Berbagai literatur mengatakan bahwa likuifaksi terjadi tidak cukup karena getaran gempa saja, tetapi juga karena perubahan tekanan air pori dan aliran infiltrasi (Agustian, 2021). Umumnya peristiwa likuifaksi ditandai dengan timbulnya lumpur pasir di permukaan tanah yang dapat berupa semburan pasir, rembesan air melalui celah tanah yang merekah, atau bahkan bisa juga dalam bentuk peristiwa tenggelamnya struktur bangunan di atas permukaan, serta berupa perpindahan lateral dan penurunan muka tanah (Putra, 2014). *Global Geospatial*

Model (GGM) dalam penelitian ini digunakan untuk menganalisis potensi likuifaksi dengan memanfaatkan beberapa parameter seperti perhitungan  $V_s$ , yaitu kecepatan gelombang geser rata-rata kedalaman 30 meter, untuk menganalisis jenis batuan dalam tanah daerah penelitian, penggunaan parameter lainnya yang menjadi komponen perhitungan dalam metode ini ialah penggunaan PGV, nilai presipitasi (curah hujan tahunan yang di dapat melalui catatan pos hujan yang ada di daerah penelitian), serta jarak menuju sumber air terdekat.

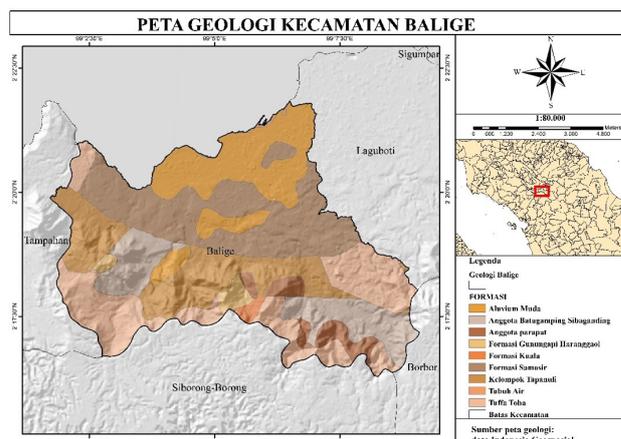
Pernyataan Zhu dkk. (2017) pada penelitiannya bahwa parameter jarak pantai ( $d_c$ ) dinilai lebih cocok dan relevan digunakan untuk meneliti kerawanan likuifaksi yang daerahnya berdekatan langsung dengan keberadaan pesisir (*coastal*). Maka dari itu, keberadaan danau dan sungai yang terdapat di Kecamatan Balige dapat digunakan untuk meneliti kerawanan likuifaksi karena cocok dan relevan dijadikan parameter dalam mengidentifikasi kerawanan likuifaksi di daerah yang tidak dekat dengan pesisir (*non-coastal*). Kepadatan penduduk juga bisa menjadi perhatian sebagai tindakan mitigasi bencana mengenai sebab dan faktor dari likuifaksi ini dapat terjadi. Gempa bumi merupakan salah satu dari beberapa faktor terjadinya likuifaksi yaitu ketika daerah tersebut mengalami kenaikan tekanan air pori saat menerima getaran (Timi dkk., 2017). Kecamatan Balige, dalam catatan gempa bumi yang pernah terjadi di daerah tersebut, pernah menerima guncangan gempa bumi sebagai kejadian dengan guncangan tertinggi pada kejadian-kejadian gempa bumi yang pernah tercatat sebelumnya, yaitu pada kekuatan M5,0 yang terjadi di tahun 2021 lalu (Pusat Gempabumi dan Tsunami BMKG). Kejadian tersebut tidak menimbulkan bencana ikutan yaitu likuifaksi, namun Kecamatan Balige dapat memiliki potensi likuifaksi berdasarkan faktor-faktor lain yang dijadikan parameter untuk menentukan probabilitas potensi likuifaksi pada penelitian ini.

Tujuan dalam penelitian ini ialah untuk menganalisis nilai  $V_s30$ , menganalisis nilai PGV, guna mengidentifikasi adanya potensi likuifaksi di Kecamatan Balige

### 1.1 Kondisi Geologi Kecamatan Balige

Kecamatan Balige terletak pada ketinggian 905-1.200 meter dari permukaan laut sehingga keadaan udaranya cukup lembab. Kecamatan Balige berada pada  $2^{\circ}15' - 2^{\circ}21'$  LU dan  $99^{\circ}00' - 99^{\circ}11'$  BT, dengan topografi dan kontur tanah yang beraneka ragam, yaitu datar, landai, dan terjal. Letaknya yang berdekatan langsung dengan tepi Danau Toba di wilayah sebelah utara, menjadikan Kecamatan Balige sebagai daerah wisata didukung dengan letaknya yang sangat indah (BPS, 2016). Keadaan geografis dari Kecamatan Balige tersebut menjadi perhatian penelitian terhadap potensi likuifaksi ini penting dilakukan guna menjadi sebuah antisipasi awal sebagai acuan perencanaan pembangunan dan perkembangan sektor pariwisata di Kecamatan Balige untuk meminimalisir kerugian yang dapat terjadi.

Keadaan geologi di Kecamatan Balige (Gambar 1) tersusun atas beberapa formasi diantaranya, Aluvium muda merupakan tanah liat lepas, lanau, pasir, atau kerikil yang sudah terendapkan dengan air melalui aliran di dasar sungai, di dataran banjir, di kipas alluvial, atau dalam pengaturan yang sama. Lalu, anggota batugamping Sibaganding merupakan formasi yang terdiri dari biokalsilitit yaitu ba-



Gambar 1. Peta geologi daerah Kecamatan Balige. Sumber: data Indonesia Geospasial

tugamping yang mempunyai ukuran butir yang lebih kecil daripada ukuran pasir. Anggota Parapat, formasi parapat berumur awal oligosen terdiri dari batupasir kasar, dan konglomeratan dibagian bawah, dan di atasnya bisa dijumpai sisipan serpih. Formasi Gunungapi Haranggaol, merupakan keadaan geologi yang terdiri dari andesit, dasit, dan juga piroklastik. Formasi Kuala, yaitu formasi yang terdiri dari serpih batupasir dan juga batulanau. Formasi Samosir, terdiri dari batupasir tuffaan, batulanau, konglomerat, dan tanah diatome. Kelompok Tapanuli, yang terdiri dari formasi Kuantan, didominasi batuan metamorf, skis hijau, ampibolit, dan meta konglomerat. Tubuh Air, dan Tuffa Toba, formasi ini terdapat tufa riadasit.

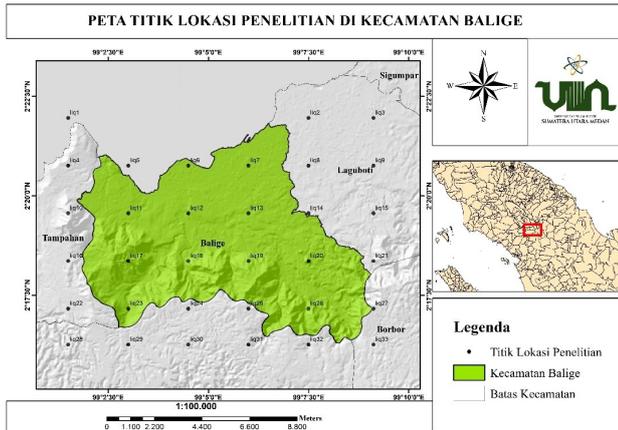
## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Penentuan Nilai Suseptibilitas Likuifaksi

Suseptibilitas likuifaksi ialah persentase kerawanan suatu wilayah terhadap potensi likuifaksi dapat terjadi (Sugeng, 2022). Penelitian ini diawali dengan penentuan grid titik lokasi penelitian. Grid titik lokasi penelitian diperlukan sebagai batas dari fokus wilayah penelitian. Penentuan grid ini dilakukan dengan cara melihat terlebih dahulu jarak maksimum lintang dan bujur wilayah Kecamatan Balige. Nilai tersebut selanjutnya digunakan untuk mengatur banyaknya sebaran titik yang digunakan. Pada penelitian ini sebaran titik lokasi yang digunakan yaitu sebanyak 33 titik (Gambar 2). Pengukuran tersebut dilakukan untuk dijadikan batas maksimum sebaran *grid* titik lokasi penelitian.

Setelah dilakukan dan diperoleh sebaran *grid* titik lokasi penelitian, sebanyak 33 titik, dilanjutkan dengan melakukan pengukuran terhadap titik lokasi penelitian ke danau dan sungai terdekat dengan melakukan plot terhadap titik lokasi penelitian ke perangkat lunak *Google Earth pro*, ini dilakukan untuk melihat jarak dari titik lokasi penelitian dengan keberadaan danau dan sungai terdekat, hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan sebagai salah satu parameter dalam menentukan nilai suseptibilitas.

Parameter lain yang digunakan untuk menghitung suseptibilitas likuifaksi ialah presipitasi. Menurut Sosrodarsono dan Tominaga (1985), presipitasi merupakan sebuah isti-



Gambar 2. Peta titik pengukuran.

Tabel 1. Klasifikasi situs SNI 1726-2012.

Klasifikasi Site	$V_s$ (m/s)
Batuan Keras	> 1500
Batuan	750 sampai 1500
Tanah keras, Sangat Padat, Batuan Lunak	350 sampai 750
Tanah Sedang	175 sampai 350

lah dari proses uap yang mengondensasi serta jatuh ke permukaan tanah dalam rangkaian siklus hidrologi, umumnya besarnya dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Data presipitasi yang digunakan ialah dengan menghitung curah hujan rata-rata tahunan dalam periode lima tahun terakhir yaitu 2018-2022.

Faktor lain dari penyebab potensi likui-faksi dapat terjadi adalah karna faktor geologi di daerah tersebut. Untuk itu, parameter lain yang di gunakan dalam perhitungan nilai suseptibilitas yaitu kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter ( $V_s30$ ).  $V_s30$  merupakan salah satu data sekunder yang diperoleh melalui alamat <https://earthquake.usgs.gov/data/vs30/> untuk kemudian dimasukkan kedalam plot grid sebaran wilayah penelitian yang telah ditentukan sebelumnya ke dalam aplikasi ArcGIS 10.8. Kecepatan gelombang geser adalah kecepatan gerak rambatan gelombang dalam bumi yang arah geraknya tegak lurus dengan arah penjalaran gelombang. Oleh karena itu kecepatan gelombang geser dapat mendeteksi sifat kekakuan tanah. Nilai dari hasil pengukuran kecepatan perambatan gelombang geser ( $V_s$ ) dapat digunakan dalam menentukan jenis-jenis tanah di suatu daerah penelitian. Tabel 1 menunjukkan klasifikasi situs berdasarkan SNI 1726-2012.

Selanjutnya, yaitu penentuan sebaran nilai PGV. Nilai ini juga akan digunakan sebagai parameter dalam menentukan nilai suseptibilitas likui-faksi. PGV (*Peak Ground Velocity*) atau kecepatan getaran tanah tertinggi merupakan parameter yang dapat digunakan dalam menentukan potensi atau kerawanan likui-faksi, penelitian ini menggunakan nilai PGV yang diperoleh berdasarkan dampak kemungkinan gempa bumi terburuk dari Sesar Sumatera segmen Toru, diperoleh melalui pemodelan pada *ShakeMap* BMKG.

Suseptibilitas likui-faksi dianalisis berdasarkan persamaan 1 yang dikembangkan Zhu dkk. (2014). Parameter yang digunakan dalam perhitungan suseptibilitas likui-faksi di-

antaranya nilai  $V_s30$ , nilai PGV, nilai presipitasi, jarak ke danau dan jarak ke sungai terdekat.

## 2.2 Penentuan Nilai Probabilitas Likui-faksi

*Global Geospasial Model* (GGM) merupakan Langkah yang digunakan dalam menentukan potensi fenomena likui-faksi dengan berdasarkan pada nilai probabilitas. Zhu dkk. (2014), mengembangkan sebuah persamaan yang dapat digunakan dalam penentuan potensi likui-faksi, yaitu dengan menentukan suseptibilitas likui-faksi berikut dengan parameter-parameter yang digunakan yaitu, nilai kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter ( $V_s30$ ), nilai *Peak Ground Velocity* (PGV), nilai presipitasi dan jarak ke *body water* (jarak ke danau dan sungai terdekat). Persamaan yang digunakan ialah:

$$S = 12,435 + 0,301 \ln(PGV) - 2,615 \ln(V_s30) - \dots$$

$$\dots 5,556 \times 10^{-4} precip - 0,0287(dc)^{0.5} + \dots$$

$$\dots 0,0666(dr) - 0,369dr(dc)^{0.5} \quad (1)$$

dimana  $S$  adalah suseptibilitas likui-faksi, PGV adalah percepatan tanah maksimum (cm/s),  $V_s30$  merupakan kecepatan gelombang geser kedalaman 30 m (m/s), *precip* adalah curah hujan rata-rata tahunan (melalui Stasiun Klimatologi Sumatera Utara) (mm),  $dc$  merupakan jarak ke danau terdekat (km), dan  $dr$  merupakan jarak ke sungai terdekat (km).

Probabilitas likui-faksi merupakan nilai yang dihasilkan berdasarkan perolehan nilai suseptibilitas, yaitu dengan menggunakan fungsi regresi logistik Zhu dkk. (2014):

$$P(S) = \frac{1}{1 + e^{-S}} \quad (2)$$

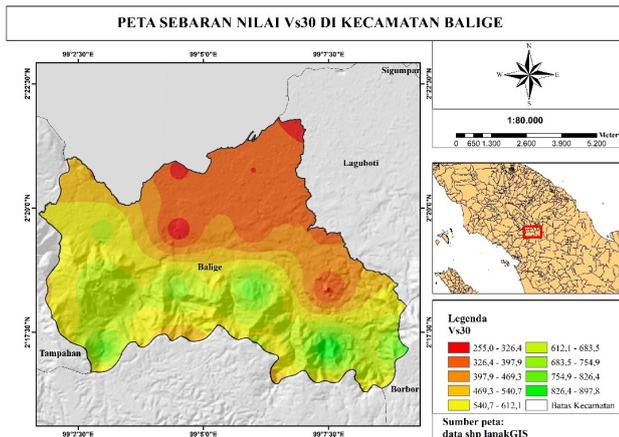
dimana,  $P$  adalah probabilitas likui-faksi, dan  $e$  adalah eksponensial.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

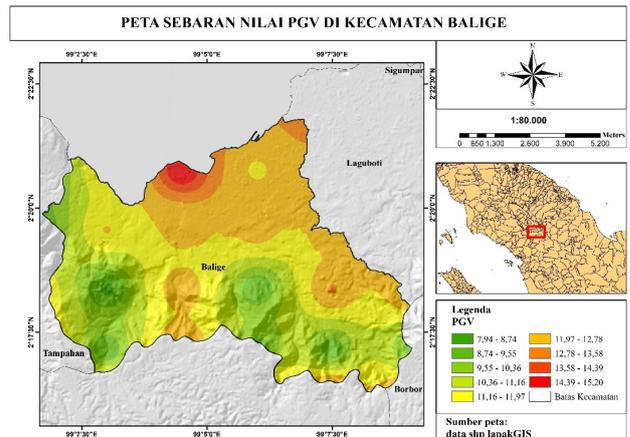
### 3.1 Hasil Penelitian

Perolehan nilai suseptibilitas diperoleh dengan melakukan perhitungan dengan menggunakan parameter-parameter yang diantaranya Nilai  $V_s30$ , *Peak Ground Velocity*, presipitasi, jarak danau dan jarak sungai terdekat. Nilai kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter merupakan nilai yang dapat digunakan dalam menentukan potensi likui-faksi pada suatu daerah. Nilai tersebut juga dapat menjelaskan klasifikasi sifat tanah dan batuan di daerah kejadian. ketika nilai  $V_s30$  berada pada tingkat yang rendah maka tingkat kerawanan akan semakin tinggi, sebaliknya ketika nilai  $V_s30$  berada pada tingkatan yang tinggi, maka kemungkinan untuk terjadinya likui-faksi sangat rendah atau tidak akan terjadi.

Kecamatan Balige memiliki sebaran nilai  $V_s30$  pada rentang 255 m/s yang berada di bagian utara dan menutupi hampir setengah wilayahnya, hingga 897,8 m/s yang tersebar pada bagian arah barat daya sampai pada beberapa titik berada di arah tenggara. Nilai kecepatan gelombang geser ( $V_s30$ ) Kecamatan Balige pada rentang nilai 255 m/s hingga 540,7 m/s ditandai dengan warna merah hingga ke warna kuning yang hampir menutupi seluruh wilayah. Hasil



Gambar 3. Peta sebaran nilai  $V_s30$  Kecamatan Balige.



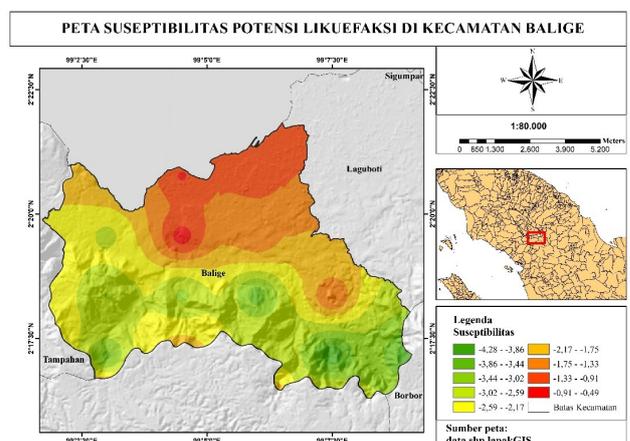
Gambar 4. Peta sebaran nilai PGV Kecamatan Balige.

sebaran nilai  $V_s30$  di wilayah bagian utara (Gambar 3), menunjukkan bahwa wilayah tersebut didominasi oleh tanah sedang dan tanah sangat padat atau batuan lunak yang memiliki formasi geologi berupa endapan Formasi Samosir, terdiri dari batupasir tufaan, batulanau, konglomerat, dan tanah diatome, geologi Formasi tubuh air, dan aluvium muda yang terdiri dari tanah liat lepas, lanau, pasir, atau kerikil yang sudah terendapkan dengan air melalui aliran didasar sungai, di dataran banjir, di kipas alluvial, sehingga jenis batuan tersebut dapat memungkinkan terjadinya peristiwa likuifaksi. Hal ini mendasar pada penelitian yang dilakukan oleh Sugeng (2022) mengenai potensi likuifaksi di Kecamatan Imogiri bahwasanya, Kecamatan Imogiri bagian barat yang memiliki probabilitas likuifaksi yang tinggi yang didominasi oleh formasi geologi berupa endapan gunung api muda dan endapan Alluvial yang merupakan endapan kuarter. Formasi ini merupakan rombakan dari batuan yang lebih tua yaitu tersier, yang tersusun dari lempung, lanau, pasir kerikil dan kerakal sehingga jenis batuan tersebut memungkinkan terjadinya likuifaksi.

Selanjutnya yaitu perolehan nilai *Peak Ground Velocity* (PGV). PGV dengan potensi likuifaksi memiliki hubungan yang linier. Ketika wilayah memiliki nilai PGV yang tinggi maka potensi terjadinya likuifaksi juga tinggi, sebaliknya jika daerah tersebut memiliki nilai PGV yang rendah maka potensi likuifaksi di daerah tersebut memiliki potensi terjadi likuifaksi yang kecil atau rendah (Zhu dkk., 2017) Secara umum, nilai PGV yang dihasilkan pada skenario gempa terburuk pada Sesar Sumatera Segmen Toru berpengaruh cukup besar pada nilai sebaran suseptibilitas likuifaksi.

Penggunaan skenario gempa yang dilakukan pada Sesar Sumatera Segmen Toru menunjukkan bahwa nilai sebaran yang didapatkan adalah didominasi oleh nilai pada rentang 7,94 cm/s hingga 11,97 cm/s yang menutupi hampir seluruh wilayah sebelah bawah arah barat dan di tengah arah selatan hingga ke arah timur, dan perolehan nilai sebaran pada rentang 12,78 cm/s hingga 15,20 cm/s menjadikan wilayah bagian timur Kecamatan Balige memiliki nilai sebaran yang tinggi.

Pada hal ini dapat diartikan bahwa suseptibilitas likuifaksi adalah tingkat kerawanan suatu daerah terhadap potensi bencana likuifaksi, daerah yang dikatakan memiliki kerawanan terhadap bencana likuifaksi berarti daerah tersebut



Gambar 5. Peta suseptibilitas likuifaksi Kecamatan Balige.

merupakan daerah yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang menyebabkan atau mendukung likuifaksi itu terjadi. Pada penelitian ini, beberapa faktor yang dapat mempengaruhi potensi bencana likuifaksi dapat terjadi diantaranya adalah kecepatan rata-rata gelombang geser hingga kedalaman 30 meter ( $V_s30$ ), kecepatan getaran tanah tertinggi (PGV), presipitas, dan jarak body water (jarak ke danau dan jarak ke sungai terdekat). Semua parameter tersebut kemudian dihitung dengan persamaan 1.

Nilai suseptibilitas likuifaksi, yang sebarannya bergantung pada parameter-parameter yang diterangkan sebelumnya, memperlihatkan tingkat kerawanan dari bencana likuifaksi pada suatu daerah dapat dijadikan acuan dalam memprediksi potensi likuifaksi dapat terjadi di daerah tersebut. Zhu dkk. (2017) melakukan klasifikasi suseptibilitas likuifaksi dalam lima tingkatan kategori (Tabel 2). Pada suseptibilitas likuifaksi kategori 1, kategori 2, kategori 3, kategori 4, dan suseptibilitas likuifaksi kategori 5. Kecamatan Balige memiliki nilai suseptibilitas yang bervariasi yaitu sama berdasarkan kategori 1 hingga kategori 4 suseptibilitas likuifaksi.

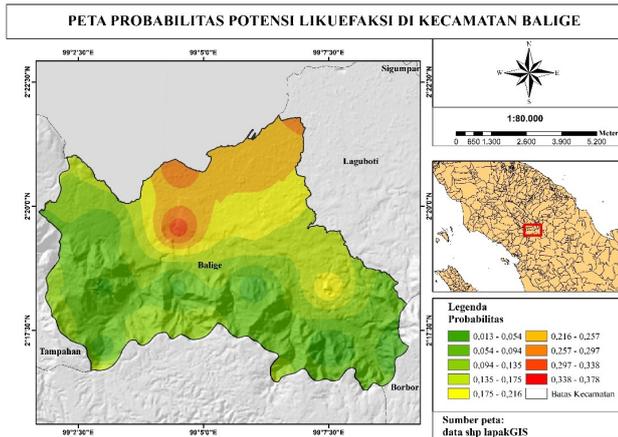
Probabilitas merupakan nilai yang menunjukkan seberapa besar tingkat kemungkinan suatu kejadian dapat terjadi dalam suatu percobaan. Pada penelitian ini, probabilitas

**Tabel 2.** Kategori Suseptibilitas Likuefaksi (Zhu dkk., 2017).

Kategori	Klasifikasi Warna	Nilai
1	Abu-abu	-38,1 sampai -3,20
2	Kuning Pudar	-3,20 sampai -3,15
3	Kuning Cerah	-3,15 sampai -1,95
4	Jingga	-1,95 sampai -1,15
5	Merah	-1,15 sampai 5,30

**Tabel 3.** Kategori Probabilitas Likuefaksi (Zhu dkk., 2017).

Kategori	Nilai
Sangat rendah	0 sampai 0,02
Rendah	0,02 sampai 0,08
sedang	0,08 sampai 0,2
tinggi	0,2 sampai 0,5
Sangat tinggi	> 0,5



**Gambar 6.** Peta probabilitas likuefaksi Kecamatan Balige.

likuefaksi dapat diartikan sebagai nilai yang dapat menunjukkan seberapa besar kemungkinan terjadinya likuefaksi pada keadaan tertentu berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan. Rentang nilai probabilitas adalah antara 0 hingga 1, di mana apabila nilai probabilitas 0 maka kemungkinan bencana likuefaksi tidak akan terjadi, dan apabila 1 maka kemungkinan untuk bencana likuefaksi pasti terjadi.

Sebaran nilai probabilitas likuefaksi di Kecamatan Balige (Gambar 6) wilayah yang memiliki nilai probabilitas tertinggi yaitu berada pada wilayah utara, yang ditandai dengan warna merah, sedangkan wilayah yang memiliki nilai probabilitas terendah berada pada bagian wilayah selatan Kecamatan Balige, dengan ditandai daerah yang berwarna hijau. Daerah yang memiliki sebaran nilai probabilitas likuefaksi terendah yaitu ditandai dengan warna hijau hingga ke kuning pada peta, yaitu pada wilayah bagian selatan hingga ke wilayah timur dan juga wilayah barat Kecamatan Balige, dengan rentang nilai yaitu 0,013 hingga 0,175, sedangkan daerah yang memiliki sebaran nilai probabilitas yang tinggi berada pada wilayah berwarna jingga hingga ke merah pada peta, yaitu berada pada wilayah bagian utara Kecamatan Balige, dengan rentang nilai yaitu pada 0,216 hingga pada nilai 0,378.

Zhu dkk. (2017) melakukan klasifikasi probabilitas likuefaksi dalam bentuk desimal dalam beberapa kategori (Tabel 3), dengan kategori sangat rendah, kategori rendah, kategori sedang, kategori tinggi dan kategori sangat tinggi, Kecamatan Balige memiliki nilai probabilitas yang bervariasi atau dapat dikategorikan pada kategori sangat rendah hingga kategori tinggi.

### 3.2 Pembahasan

Perolehan nilai Probabilitas likuefaksi di Kecamatan Balige pada penelitian ini merupakan hasil perhitungan dan pemodelan berdasarkan *Global Geospatial Model (GGM)*. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah wilayah Kecamatan Balige yang memiliki nilai probabilitas likuefaksi tinggi yaitu berada pada wilayah utara. Perolehan tersebut selaras dengan perolehan sebaran nilai suseptibilitas likuefaksi yang menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Balige yang memiliki tingkat kerawanan likuefaksi yang tinggi adalah wilayah utara. Perolehan suseptibilitas likuefaksi yang ditunjukkan merupakan hasil perhitungan dari parameter-parameter yang merupakan beberapa faktor dari penyebab potensi likuefaksi. parameter-parameter tersebut adalah nilai kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter ( $V_s30$ ), *Peak Ground Velocity (PGV)*, presipitasi, jarak danau dan jarak sungai terdekat.

Nilai  $V_s30$  yang diperoleh menunjukkan bahwa wilayah utara Kecamatan Balige memiliki perolehan nilai yang rendah. seperti dikatakan di awal bahwasanya ketika nilai  $V_s30$  rendah maka potensi likuefaksi dapat terjadi tinggi, dan sebaliknya, ketika nilai  $V_s30$  yang dihasilkan tinggi maka potensi likuefaksi dapat terjadi rendah.

Hasil lain yang mendukung tingginya potensi likuefaksi di wilayah utara Kecamatan Balige yaitu perolehan nilai *Peak Ground Velocity*, dimana hasil yang diperoleh dari sebaran nilai PGV di Kecamatan Balige yang paling tinggi yaitu berada pada wilayah utara.

Keberadaan danau dan juga sungai juga menjadi salah satu faktor kuat yang menjadikan wilayah utara Kecamatan Balige memiliki nilai probabilitas likuefaksi yang tinggi. Ini terjadi karena keberadaan danau dan sungai yang cukup dekat dengan wilayah utara Kecamatan Balige. selaras dengan hasil penelitian Mase dkk. (2013), tentang potensi likuefaksi di Kali Opak Kecamatan Imogiri, bahwa perolehan potensi likuefaksi yang tinggi berada di daerah yang dekat dengan sungai.

Perolehan probabilitas likuefaksi yang menghasilkan nilai yang tinggi di wilayah utara Kecamatan Balige, sama dengan perolehan zona kerentanan likuefaksi Indonesia yang dilakukan oleh Buana dkk. (2013), yang mengkatégorikan zona kerentanan likuefaksi dalam 4 tingkatan yaitu zona kerentanan likuefaksi tinggi, zona kerentanan likuefaksi sedang, zona kerentanan likuefaksi rendah dan zona tidak rentan likuefaksi. Pada penelitian tersebut memperlihatkan bahwa wilayah utara Kecamatan Balige memiliki perolehan zona kerentanan likuefaksi sedang.

## 4 KESIMPULAN

Perolehan nilai  $V_s30$  sebaran nilai *Peak Ground Velocity (PGV)* menunjukkan hasil bahwa wilayah Kecamatan Balige

yang memiliki potensi terjadinya likuifaksi berada pada wilayah bagian utara yang memiliki nilai probabilitas pada kategori tinggi berdasarkan metode yang digunakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih secara khusus kepada pihak yang telah membantu penulis dalam hal memberi masukan dan saran hingga artikel ini selesai, dan penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Stasiun Geofisika Kelas I Deli Serdang, yang telah bersedia memberi tempat serta bimbingan kepada penulis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## Pustaka

- Agustian, Y. (2021): Likuefaksi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, **8**(1), 209–215, doi:10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.749.
- Annas, M.C., Niyartama, T.F. Wibowo, N.B. (2021): Analisis potensi likuefaksi berdasarkan metode global geospasial model di kecamatan sanden kabupaten bantul yogyakarta. *Sunan Kalijaga Journal of Physics*, **3**(1), 1–8.
- BPS (2016): Kecamatan Balige Dalam Angka 2016. Badan Pusat Statistik Kabupaten Toba Samosir, ISBN 2461-0046.
- Buana, T.W., Herrmawan, W., Rahdiana, R.N., Risma Widyaningrum Wahyudin, G.H. Wiyono, W.P.S. (2013): ATLAS Zona Kerentanan Likuefaksi Indonesia. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Mase, L.Z., Fathani, T.F. Adi, A.D. (2013): Studi eksperimental potensi likuifaksi di kali opak imogiri provinsi daerah istimewa yogyakarta. *17th Annual Scientific Meeting*.
- Putra, A.J. (2014): Pemetaan kerentanan daerah potensi likuifaksi, akibat gempabumi tektonik studi kasus daerah desa panjangrejo dan sekitarnya, kecamatan pundong, kabupaten bantul, daerah istimewa yogyakarta. *Geological Engineering E-Journal*, **6**(1), 294–312.
- Sosrodarsono, S. Tominaga, M. (1985): Perbaikan dan pengaturan sungai. Pradnya Paramita.
- Sugeng (2022): Pemodelan Likuefaksi Berbasis Data Geospasial Di Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul Daerah Istimewah Yogyakarta. Bachelor's thesis, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika.
- Tini, T., Tohari, A. Iryanti, M. (2017): Analisis potensi likuifaksi akibat gempa bumi menggunakan metode spt (standar penetration test) dan cpt (cone penetration test) di kabupaten bantul, yogyakarta. *Wahana Fisika: Jurnal Fisika dan terapannya*, **2**(1), 8–27, doi:https://doi.org/10.17509/wafi.v2i1.7022.
- Zhu, J., Thompson, E. Magistrale, H. (2014): Testing national and regional geospatial liquefaction models in the united states. 21–25.
- Zhu, J., Baise, L.G. Thompson, E.M. (2017): An Updated Geospatial Liquefaction Model for Global Application. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **107**(3), 1365–1385, ISSN 0037-1106, doi:10.1785/0120160198.