

---

## Manifestasi Likuefaksi dan Gerakan Tanah Akibat Gempa Bumi 14 Dan 15 Januari 2021 Di Majene, Sulawesi Barat

Dita Arif Yuwana, Kurniah, Taufiq Wira Buana

Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi  
[ditaarifyuwana@gmail.com](mailto:ditaarifyuwana@gmail.com), [kurniahkarim@gmail.com](mailto:kurniahkarim@gmail.com)

---

### Article History

accepted 05/08/2021

approved 15/08/2021

published 11/09/2021

---

### Abstrak

Gempabumi mengguncang Majene pada 14 dan 15 Januari 2021 dengan magnitudo 5,9 dan 6,2. Peristiwa tersebut menimbulkan bencana ikutan yaitu likuefaksi dan gerakan tanah. Pengamatan lapangan dilakukan dua minggu pasca gempabumi untuk memetakan sebaran dari likuefaksi dan gerakan tanah sebelum bukti kejadian dibersihkan

Likuefaksi terdapat di endapan kuartir pasiran dengan air tanah dangkal. Tipe kerusakan likuefaksi berupa *sand boil*, penurunan tanah lokal, dan pergeseran lateral. Sampel teramati di 56 titik lokasi sebagian besar di dataran pantai dan aluvial di Malunda, Mekkata, Kasambang, Taan, Tapalang, serta sebagian kecil di Pasabu, Dungkait dan Rimuku. Kemudian gerakan tanah berupa longsor di lereng tebing perbukitan sepanjang pantai hingga perbukitan jalan Mamuju - Majene. Tercatat sebanyak 44 titik di jalur Mamuju - Tapalang dan 50 titik di perbukitan Malunda

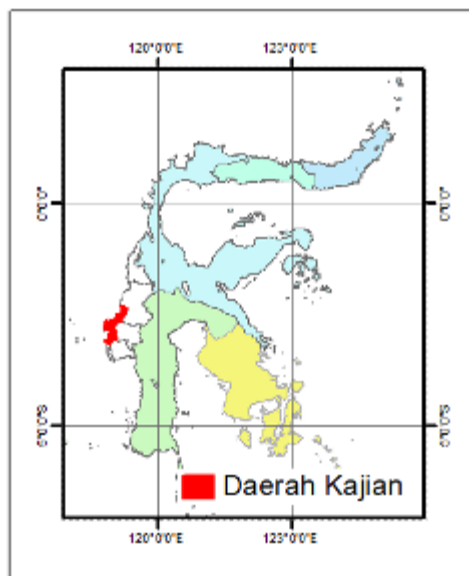
Dalam melakukan pembangunan selanjutnya perlu kajian geologi rinci di daerah rentan likuefaksi dan gerakan tanah. Terutama yang akan dibangun di kawasan ekonomi, pemukiman, industri dan transportasi

**Kata kunci:** gempabumi, likuefaksi, gerakan tanah, pembangunan

---

## PENDAHULUAN

Gempabumi telah terjadi di Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat. Kejadian gempa bumi ini diperkirakan diawali dengan gempa bumi pembuka (*foreshock*) yang terjadi sebelumnya pada hari Kamis tanggal 14 Januari 2021, pukul 13:35:49 WIB, dengan magnitudo (M5,9). Selanjutnya terjadi lagi pada hari Jumat, tanggal 15 Januari 2021, pukul 01:28:17 WIB, lokasi pusat gempa bumi terletak di darat pada koordinat 2,98°LS dan 118,94°BT, dengan magnitudo (M6,2) pada kedalaman 10 km, berjarak sekitar 35 km selatan Kota Mamuju, ibu kota Provinsi Sulawesi Barat dan berjarak sekitar 62,2 km utara Kota Majene, ibu kota Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat, PVBMG (2021). Gempabumi tersebut tidak menimbulkan tsunami, namun menimbulkan bencana sekunder yang tidak kalah merusak, yaitu adanya titik - titik fenomena likuefaksi dan gerakan tanah yang cukup banyak teramati. Likuefaksi dan gerakan tanah merupakan bencana yang bisa merusak kondisi infrastruktur sehingga pengetahuan terhadap potensi dan kerawannya sangat penting



**Gambar 1. Lokasi daerah kajian, Majene dan Mamuju**

Berdasarkan hal-hal yang telah disebutkan di atas, maka dua minggu pasca kejadian gempa bumi dipandang perlu untuk melakukan survei geologi di daerah terdampak gempabumi Mamuju - Majene agar mendapatkan hasil sampel lapangan yang belum rusak atau hilang. Adanya hujan dan pembersihan puing - puing akibat gempa berupa longsor dan pasir likuefaksi mengakibatkan data tidak berumur panjang di lapangan. Keberadaan data langsung di lapangan dapat sebagai gambaran rekomendasi dan arahan pemanfaatan lahan berdasarkan kesesuaian lahan yang sesuai dengan aspek bencana likuefaksi dan gerakan tanah. Pemahaman ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemangku kepentingan dalam perencanaan pembangunan maupun revisi rencana tata ruang dan wilayah.

Geologi wilayah Majene dan sekitarnya telah dipetakan oleh N. Ratman dan S. Atmawinata (1993) Pada umumnya batuan di Lembar Mamuju ini terbentuk oleh beraneka macam batuan seperti, batuan sedimen, malihan, gunungapi dan terobosan dengan umur berkisar dan Mesozoikum sampai Kuartar. Sebagian batuan berumur Pra Tersier dan Tersier tersebut telah mengalami pelapukan. Endapan Kuartar dan batuan berumur Pra Tersier dan Tersier yang telah mengalami pelapukan tersebut bersifat urai, lunak, lepas, belum kompak (*unconsolidated*) dan memperkuat efek guncangan, sehingga rawan guncangan gempabumi dan terjadinya likuefaksi. Sebagian besar

---

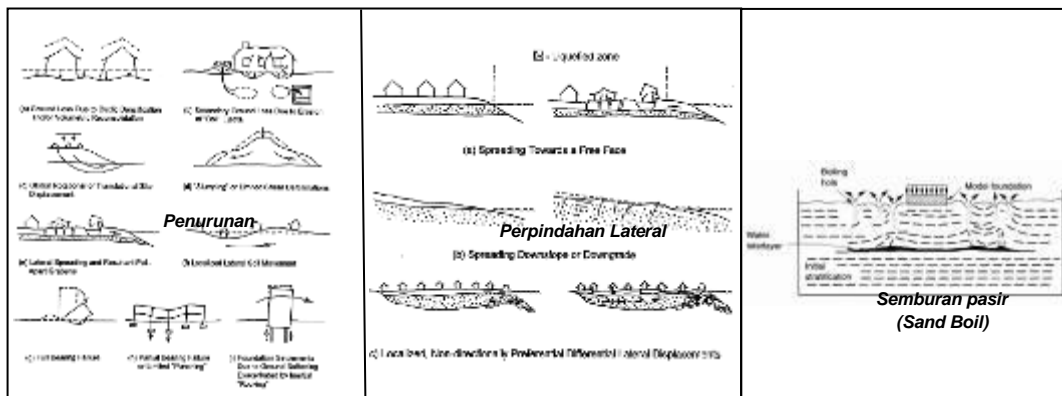
untuk informasi likuefaksi secara regional sudah tersedia dalam Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi Indonesia, PAGTL (2019). Selain itu morfologi terjal yang tertutup oleh batuan berumur Pra Tersier dan Tersier yang telah mengalami pelapukan akan berpotensi terjadi gerakan tanah/ longsoran apabila dipicu guncangan gempa bumi kuat di daerah ini.

Dalam UU No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, dinyatakan bahwa secara geografis Negara Kesatuan Republik Indonesia berada pada kawasan rawan bencana sehingga diperlukan penataan ruang yang berbasis mitigasi bencana sebagai upaya meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kehidupan dan penghidupan. Mengingat dari kejadian gempa Majene terdapat korban meninggal dunia 105 orang, korban hilang 3 orang, luka berat 426 orang, luka sedang 240 orang, dan luka ringan 2.703 orang. Sedangkan kerugian material ditaksir mencapai Rp 206.415.588.200 (data per 20 Januari 2021) BNPB (2021). Harapan yang diinginkan jika upaya tersebut dapat dilaksanakan adalah jika seluruh atau sebagian besar kawasan strategis dapat ditempatkan pada daerah aman terhadap gempa bumi, maka jika terjadi bencana jumlah korban jiwa dan harta benda dapat berkurang secara signifikan. Sejalan dengan hal itu, beban pemerintah dalam menangani pembiayaan pasca bencana menjadi sangat berkurang. Biaya dan upaya pemulihan mental dan psikologis masyarakat yang terkena bencana menjadi lebih mudah, dan kegiatan perekonomian masyarakat lebih lancar.

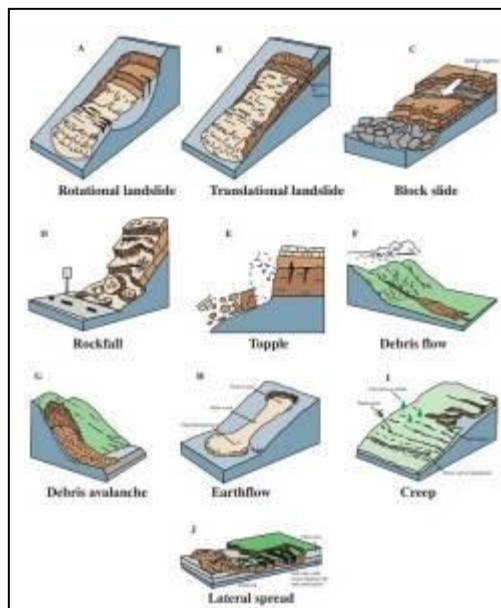
#### **METODE**

Kegiatan survei geologi pasca gempa bumi ini bertujuan untuk menyajikan informasi geologi serta memetakan lokasi manifestasi likuefaksi dan gerakan tanah di Majene dan sekitarnya, terutama yang berdampak terhadap infrastruktur, pemukiman dan kawasan ekonomi. Lokasi survei meliputi sebagian wilayah administrasi Kabupaten Mamuju dan Kabupaten Majene yang mengalami dampak gempa bumi. Daerah Kabupaten Mamuju meliputi sebagian Kec. Sampaga, Kec. Kalukku, Kec. Mamuju, Kec. Simboro, Kec. Tappalang, dan Kec. Tappalang Barat. Sedangkan di Kabupaten Majene meliputi Kec. Malunda, Kec. Ulumanda, dan Kec. Tubo Sendana.

Data yang digunakan berupa data sekunder penelitian sebelumnya serta data primer hasil pengamatan lapangan sesuai dengan kriteria tipe dalam likuefaksi dan gerakan tanah dengan griding 500 m x 500 m. Keterdapatannya likuefaksi dan gerakan tanah pasca gempa Majene Tanggal 14 dan 15 Januari disajikan dalam bentuk peta skala 1:50.000. Prioritas area survei adalah di endapan kuarter dan sebagian lereng sepanjang pesisir pantai barat dan utara, kemudian jalur jalan poros Mejene - Majene - Bandara, serta kawasan-kawasan ekonomi, industri dan pemukiman, baik yang sudah dibangun maupun yang akan direncanakan. Pengamatan likuefaksi dan gerakan tanah memerlukan informasi geologi yang meliputi pengamatan proses geomorfologi, bentuk lahan, kemiringan lereng, pengamatan tanah, pengamatan batuan (jenis batuan, struktur, tingkat pelapukan batuan, kekuatan batuan), muka air tanah, akuifer, kualitas air, penggunaan lahan, alih fungsi lahan, dan rencana pengembangan kawasan. Kriteria pengamatan di lapangan dapat dijelaskan dalam tabel dibawah ini:



**Gambar 2. Efek likuefaksi pada bangunan (modifikasi SR. Kramer 1996 dan Seed, 2001 dalam W Risna, 2012)**



**Gambar 3. Jenis gerakan tanah, USGS (2004)**

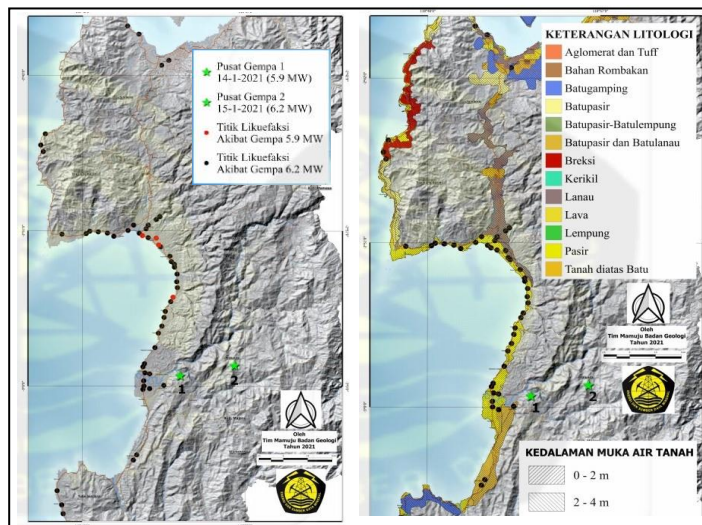
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagian daerah perkotaan Kabupaten Majene mempunyai morfologi perbukitan hingga perbukitan terjal, lembah dan dataran pantai yang tersusun oleh batuan berumur Pra Tersier (terdiri dari batuan metamorf dan meta sedimen), Tersier (terdiri dari batuan sedimen, batugamping, gunungapi) dan Endapan Kuarter (terdiri dari endapan pantai dan aluvial). Sedangkan kota Mamuju umumnya area rawa dan dataran banjir dengan jenis tanah lanauan kemudian area tanah lunak dan area genangan banjir dengan kerawanan gempa rendah-tinggi. Tanah permukaan kurang dari 3,0 m rentan terhadap likuefaksi dengan kerentanan sedang hingga tinggi. Secara keseluruhan, daya dukung tanah dari litologi di atas diperkirakan berkisar sedang hingga tinggi. Pemotongan lereng dalam pemanfaatan lahan sepanjang pesisir dan jalur utama, sebagai penyebab perubahan kemiringan lahan perlu memperhatikan aspek jangka panjang kestabilan lereng potongan dikarenakan material lereng yang relatif mudah tererosi.

### 1. Likuefaksi

Salah satu efek likuefaksi pada bangunan konstruksi adalah penurunan dan perpindahan lateral tanah serta diketemukannya semburan pasir. Likuefaksi secara intensif terjadi pada Skala 6,2 Mw dan terjauh di jumpai di kota Mamuju dan tercatat nilai PGA = 150.79 gal (BMKG, 2018). Sedangkan pada Skala 5,9 Mw, likuefaksi

terjauh terdeteksi hingga daerah Tapalang. Lokasi likuefaksi yang teramati sekitar 56 titik dengan jenis likuefaksi mulai dari yang umum dijumpai hingga yang jarang terjadi yaitu semburan pasir (*sand boil*) tersingkap di permukaan maupun di dalam tanah, penurunan tanah (*vertical displacement*), dan pergeseran lateral (*lateral spreading*). Dari keseluruhan pemetaan tidak dijumpai likuefaksi dengan karakter seperti “Tipe Palu”, yang mana merupakan kasus langka dan likuefaksi tidak identik dengan kasus ini. Jika dibandingkan dengan Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi 2019, maka likuefaksi Majene di tahun 2021 masuk zona kerentanan sedang dan terkonfirmasi dengan data aktual ketika pasca gempa Majene dengan *sand boil* yang terlokalisir di tempat tertentu. Untuk daerah yang jauh dari pusat gempabumi Mamuju lebih dari 50 km dari pusat gempabumi tidak dijumpai likuefaksi karena kemungkinan energi guncangan melemah dan tidak kuat menyebabkan likuefaksi.



**Gambar 4. Titik Likuefaksi pasca gempa Majene beserta litologi dan muka air tanah**

#### **a. Semburan Pasir di Permukaan (*Sand Boil*)**

Semburan pasir di permukaan pada umumnya keluar melalui media retakan maupun titik lemah lainnya berupa lubang seperti sumur gali dangkal dengan akuifer bebas maupun litologi yang bersifat lepas. Efek terburuk yang dijumpai menyebabkan penurunan tanah bersifat lokal. Lokasi terdampak yang dijumpai daerah Malunda, Mekkata, Taan, Kasambang, Tapalang, Pasabu, Dungkai, Rimuku. *Sand boil* pada umumnya terjadi pada akuifer tertekan atau semi tertekan. Pada umumnya terjadi pada muka air tanah lebih dari 4 m. Efek terburuk yang dijumpai berupa penuhnya pipa/sumur dengan material pasir. Lokasi terdampak yang dijumpai daerah Malunda, Onang, Mekkata, Mekkata selatan, Taan, Oeloeserang, Kasambang, Tapalang.



**Gambar 5. *Sand boil* keluar melalui sumur, rekahan, dan penurunan tanah (*vertikal displacement*)**

### b. Penurunan Tanah (*Vertical Displacement*)

Penurunan tanah yang dijumpai disertai *sand boil*. Efek yang dijumpai berupa penurunan tanah pondasi 3 cm - 20 cm Lokasi terdampak yang dijumpai daerah Malunda, Mekkata, Taan, Kasambang, Tapalang, Pasabu, Anu, Dungkai

### c. Fenomena Pergeseran Lateral (*Lateral Displacement*)

Penurunan tanah yang dijumpai disertai *sand boil*. Efek terburuk yang dijumpai berupa pergeseran hingga 60 cm disertai penurunan tanah pondasi hingga 20 cm. Lokasi terdampak yang dijumpai daerah Mekkata, Kasambang, Tapalang.



Gambar 7. Pergeseran lateral (*Lateral Displacement*)

Likuefaksi merupakan salah satu bahaya ikutan gempa bumi yang dapat menyebabkan kerusakan tanah pada intensitas yang berbeda-beda, umumnya dapat ditanggulangi dengan rekayasa engineering selama diketahui kondisinya secara presisi. Upaya mitigasi lainnya adalah dengan sosialisasi ke masyarakat tentang likuefaksi dan dampak yang mungkin dapat terjadi di masa mendatang.

## 2. Gerakan Tanah

Gerakan tanah yang dipetakan merupakan gerakan tanah yang bersifat khusus, yang dipicu oleh gempa bumi Majene pada 14 dan 15 Januari 2021. Dalam keadaan normal, kerentanan gerakan tanah akan lebih rendah jika dibandingkan pasca gempa bumi. Hal ini dapat diartikan bahwa formasi batuan yang sama akan mengalami kejadian longsor yang sama dengan beban gempa bumi berkekuatan sama. Akan tetapi selama tidak terjadi gempa bumi, maka kondisi batuan tersebut cukup stabil dibandingkan daerah lain yang lapukannya tebal meskipun kemiringan lerengnya lebih kecil. Kewaspadaan perlu lebih diperhatikan karena pemicu gerakan tanah selain dari gempa adalah dorongan dari tingginya hujan.



Gambar 8. Titik Gerakan Tanah pasca gempa Majene, PVMBG (2021)

Gerakan Tanah yang terdampak pasca gempa ditemukan sekitar 44 titik lokasi di sepanjang jalur kecamatan Malunda menuju Kota Mamuju dengan gerakan tanah tipe *rockfall*, *translational*, dan lainnya. Diperkirakan penyebabnya karena aktivitas manusia berupa pemotongan lereng untuk pembangunan infrastruktur maupun pemukiman. Kemudian di daerah perbukitan terjal Malunda, disekitar pusat gempa ditemukan sekitar 50 titik gerakan tanah, serta perlu diwaspadai terbentuknya material longsor yang menutup jalur sungai, sehingga meningkatkan kerentanan akan *debris flow* atau banjir bandang nantinya. Sedangkan untuk tingkat kerusakan infrastruktur selain jalan raya tertutup material gerakan tanah relatif tidak ada.



**Gambar 9. Titik gerakan tanah di jalur utama dan di pegunungan Malunda**

Mengingat telah terbangun jalur gerakan tanah/longsor, masih adanya potensi gempa dan curah hujan yang tinggi, maka untuk menghindari jatuhnya korban jiwa dan kerugian harta benda di kemudian hari perlu upaya adaptasi terhadap kondisi geologi setempat. Masyarakat yang tinggal dekat dengan lokasi gerakan tanah pada saat musim hujan agar selalu waspada terhadap munculnya gejala awal gerakan tanah seperti retakan pada tanah dan bangunan.

## **SIMPULAN**

Pesisir Sulawesi barat secara umum rawan gempabumi karena terletak dekat dengan sumber gempabumi yang terletak di darat dan di laut. Untuk meminimalkan dampak bahaya gempabumi harus dilakukan upaya mitigasi gempabumi secara menerus. Upaya mitigasi gempabumi yang sangat penting adalah dengan melakukan antisipasi terhadap jenis-jenis bahaya gempabumi ikutan seperti likuefaksi dan gerakan tanah. Berdasarkan aspek geologi dalam pembangunan infrastruktur di wilayah kerentanan likuefaksi maupun gerakan tanah perlu mendetailkan data kestabilan lereng, kondisi geomorfologi, kestabilan lereng, kepadatan tanah dan kekerasan tanah batuan, jenis litologi, dan workability atau kemudahan konstruksi, dan kondisi bawah. Selain itu perlu dipertimbangkan keberadaan sumber air baik kedalaman air tanah maupun jalur air permukaan

## **DAFTAR PUSTAKA**

- H. Lynn 2004, *Landslide Types and Processes*, USGS  
[//pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf](https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf)
- N. Ratman dan S. Atmawinata 1993, *Peta geologi lembar Mamuju, Sulawesi Barat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- PVMBG , 18 Januari 2021 [/vsi.esdm.go.id/index.php/gempabumi-a-tsunami/kejadian-gempabumi-a-tsunami/3399-kajian-kejadian-gempa-bumi-majene-januari-2021-pusat-vulkanologi-dan-mitigasi-bencana-geologi](https://vsi.esdm.go.id/index.php/gempabumi-a-tsunami/kejadian-gempabumi-a-tsunami/3399-kajian-kejadian-gempa-bumi-majene-januari-2021-pusat-vulkanologi-dan-mitigasi-bencana-geologi)
- Raditya Jati, BNPB, 17 Januari 2021, [//bnpb.go.id/berita/-update-sebanyak-73-orang-meninggal-akibat-gempa-m6-2-di-sulawesi-barat](https://bnpb.go.id/berita/-update-sebanyak-73-orang-meninggal-akibat-gempa-m6-2-di-sulawesi-barat)
- SR. Kramer, 1996, *Geotechnical Earthquake Engineering*, Prentice Hall, New Jersey
- Undang-Undang No.26 Tahun 2007, *Penataan Ruang*
- WB. Taufiq dkk, 2019, *Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi Indonesia*, Pusat Air Tanah dan Geologi tata Lingkungan, Badan Geologi.

---

[//www.esdm.go.id/assets/media/content/content-atlas-zona-likuefaksi-indonesia.pdf](http://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-atlas-zona-likuefaksi-indonesia.pdf)

W. Risna, 2012, Penyelidikan Geologi Teknik Potensi Likuefaksi Daerah Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan