UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Pembangunan kawasan wisata di Kuta, Lombok Tengah sejak 2023, berlokasi di atas perbukitan dengan kondisi lereng yang curam. Gempa darat berkekuatan 6,4 M_w yang terjadi di Lombok pada Juli 2018 menyebabkan kerusakan dan likuifaksi di beberapa lokasi, sehingga kondisi ini menuntut evaluasi teknis untuk menjamin keamanan struktur pengaman tebing pada kawasan wisata tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi instabilitas pada lereng, baik akibat penambahan beban struktur maupun potensi likuifaksi. Data tanah diperoleh dari penyelidikan dengan *Standard Penetration Test* (SPT) pada dua titik bor, serta hasil pengujian sampel tanah di laboratorium. Analisis diawali dengan kajian terhadap potensi likuifaksi, yaitu untuk menilai kemungkinan terjadinya likuifaksi dan kedalaman lapisan tanah yang terpengaruh. Analisis likuifaksi dilakukan berdasarkan data SPT dengan metode *Simplified Procedure*, kemudian diinterpretasikan melalui *Liquefaction Potential Index* (LPI) dan *Liquefaction Severity Index* (LSI). Selanjutnya dilakukan analisis terhadap perkuatan lereng secara manual dan numeris, yang direncanakan menggunakan dinding penahan tanah tipe kantilever dan tipe gravitasi. Analisis terakhir yang dilakukan adalah perhitungan kapasitas dukung fondasi tiang yang divariasikan dimensinya (diameter 30, 40, dan 60 cm), untuk kemudian dipilih dimensi tiang yang paling optimal. Berdasarkan analisis data SPT, diketahui bahwa tanah didominasi oleh tanah non-kohesif padat (NSPT > 50) dengan nilai keamanan potensi likuifaksi SFL ≥ 1, sehingga disimpulkan tanah tidak berpotensi terlikuifaksi. Dari hasil perhitungan, dinding penahan tanah dinyatakan aman terhadap bahaya geser dan guling serta tanah dasar memiliki kapasitas dukung yang memadai. Hasil analisis numeris menunjukkan faktor aman (SF) ≥ 1,5 sehingga desain struktur aman secara stabilitas dan deformasi, serta layak diterapkan. Analisis kapasitas dukung fondasi tiang dengan diameter 30, 40, dan 60 cm menunjukkan bahwa tiang terkecil (D30) telah memenuhi kapasitas dukung dengan penurunan di bawah ambang batas yang diizinkan.

Kata kunci: SPT; Tiang Bor; Stabilitas Lereng; Dinding Penahan Tanah; Likuifaksi.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The development of the tourism area in Kuta, Central Lombok has been going since 2023. The site is located on hilly terrain with steep slopes. A 6.4 Mw earthquake that struck Lombok in July 2018 caused damage and liquefaction in several areas, highlighting the need for technical evaluation to ensure the safety of slope protection structures within the tourism area. This study aims to identify and analyze the potential for slope instability, both due to additional structural loads and liquefaction potential. Soil data were obtained through Standard Penetration Test (SPT) investigations at two borehole locations, along with laboratory testing of soil samples. The analysis began with a liquefaction potential assessment to evaluate the likelihood and depth of affected soil layers. Liquefaction analysis was conducted using SPT data based on the Simplified Procedure, and interpreted through the Liquefaction Potential Index (LPI) and Liquefaction Severity Index (LSI). Subsequently, both manual and numerical analyses were carried out for slope reinforcement, using planned cantilever-type and gravity-type retaining walls. The final analysis involved calculating the bearing capacity of bored pile foundations with varied diameters (30, 40, and 60 cm) to determine the most optimal dimension. Based on the SPT data analysis, the soil is predominantly dense non-cohesive soil (NSPT > 50), with a liquefaction safety factor (SFL $\geq$ 1), indicating that the soil is not susceptible to liquefaction. Calculation results show that the retaining walls are safe against sliding and overturning, and the subsoil has adequate bearing capacity. Numerical analysis results show a safety factor (SF) $\geq$ 1.5, confirming that the structural design is safe in terms of stability and deformation, and is suitable for implementation. The analysis of bored pile foundation capacities for diameters of 30, 40, and 60 cm indicates that the smallest pile (D30) already meets the bearing capacity requirements, with settlement within allowable limits.

Kata kunci: SPT; Bored Pile; Slope Stability; Retaining Wall; Liquefaction.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keindahan pantai dan wisata bahari pulau Lombok menjadikannya salah satu destinasi favorit. Perhelatan MotoGP Mandalika di Sirkuit International Mandalika sebagai *event* berkelanjutan telah menjadi daya tarik baru yang turut meningkatkan popularitas pulau Lombok sebagai destinasi wisata olahraga unggulan. Pengembangan wisata olahraga ini berdampak besar pada peningkatan kebutuhan akomodasi, khususnya pada kawasan-kawasan tertentu di pulau Lombok. Untuk memenuhi kebutuhan akomodasi tersebut, terjadi banyak kegiatan konstruksi dengan memanfaatkan lahan-lahan kosong, termasuk juga area-area lereng. Penempatan struktur bangunan pada lereng akan mempengaruhi kondisi keseimbangannya dan memicu munculnya resiko-resiko yang perlu untuk dimitigasi, terutama resiko secara langsung berpotensi menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan.

Pengembangan kawasan baru untuk destinasi wisata di Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat telah dimulai sejak tahun 2023. Kawasan wisata tersebut akan dikembangkan menjadi sebuah kawasan khusus untuk villa dan *resort* mewah yang berada di perbukitan dengan pemandangan laut yang indah (Gambar 1.1). Struktur-struktur bangunan pada kawasan wisata di Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat akan berada di atas lereng yang diratakan, sehingga penting untuk mengidentifikasi potensi terjadinya pergerakan tanah atau longsor untuk kemudian dapat ditentukan langkah pencegahan dan penanganan yang tepat. Beberapa metode yang umum digunakan untuk mitigasi longsor adalah dengan membuat dinding penahan tanah, penggunaan geotekstil pada permukaan lereng, penggunaan *soil nailing* dan lain sebagainya.

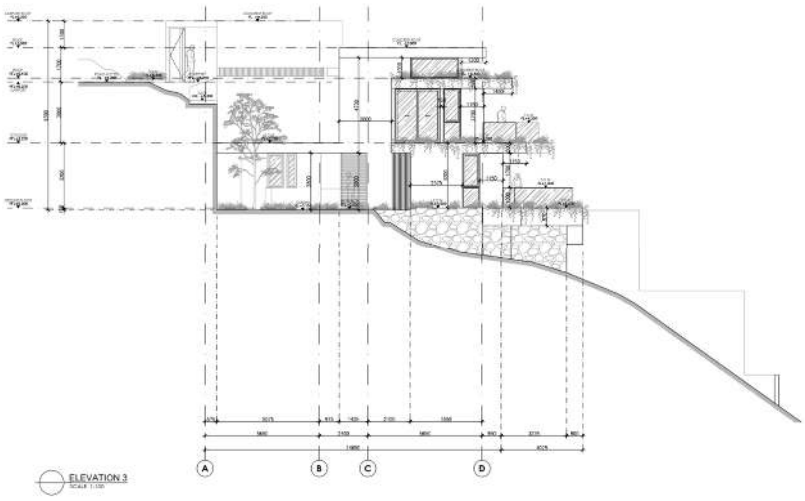


Gambar 1.1 Lokasi Kawasan Villa di Kawasan Wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Selain bahaya longsor, potensi terjadinya gempa adalah hal yang juga harus dipertimbangan untuk acuan desain struktur bangunan di area lereng, seperti pada

Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kawasan wisata baru di Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat (Gambar 1.2). Merujuk pada peristiwa gempa yang terjadi pada Juli 2018, yang mengakibatkan fenomena likuifaksi, sehingga diperlukan pertimbangan mengenai pengaruh dan dampak dari gempa terhadap kawasan di masa yang akan datang. Diketahui bahwa di wilayah Lombok Tengah, lapisan tanah di dominasi oleh material pasiran dan tanah aluvial di sebagian wilayah. Tanah granuler adalah material tanah yang rentan terhadap likuifaksi, sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui potensi terjadinya fenomena tersebut di awasan wisata baru di Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.



Gambar 1.2 Desain struktur bangunan

Dengan latar belakang potensi instabilitas lereng dan histori gempa dengan fenomena likuifaksi, penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja dinding penahan tanah dan fondasi dalam perkuatan lereng, serta mengkaji potensi terjadinya likuifaksi pada kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana kondisi geologi regional serta karakteristik lapisan tanah di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat?
2. Apakah terdapat potensi likuifaksi akibat pengaruh gempa dan pada kedalaman berapa likuifaksi terjadi di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat?
3. Berapakah nilai kestabilan dinding penahan tanah sebagai pelindung struktur bangunan yang ditempatkan pada lereng dengan perhitungan manual dan menggunakan program Plaxis 2D di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat?
4. Berapakah nilai kapasitas dukung, nilai defleksi lateral, serta besar nilai penurunan dari fondasi tiang bor dengan variasi ukuran diameter tiang D30, D40, dan D60?

Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian:

1. Mengetahui karakteristik kondisi geologi regional serta karakteristik lapisan tanah di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat
2. Menganalisis potensi likuifaksi di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat berdasarkan data NSPT dengan metode *Simplified Procedure*, *Liquefaction Potential Index* (LPI) dan *Liquefaction Severity Index* (LSI).
3. Menganalisis kestabilan dinding penahan tanah sebagai pelindung struktur bangunan yang ditempatkan pada lereng dengan perhitungan manual dan menggunakan program Plaxis 2D.
4. Mengevaluasi kapasitas dukung, nilai defleksi lateral, serta besar penurunan yang terjadi pada fondasi tiang bor dengan variasi ukuran diameter tiang D30, D40, dan D60.

1.4 Manfaat Penelitan

Manfaat penelitian yang diharapkan, yaitu:

1. Memahami kondisi regional serta karatkeristik lapisan tanah di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.
2. Memahami prosedur analisis potensi likuifaksi di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.
3. Memahami prosedur analisis stabilitas dinding penahan tanah sebagai pelindung struktur bangunan yang ditempatkan pada lereng menggunakan program Plaxis 2D dan perhitungan manual .
4. Memahami prosedur analisis kapasitas dukung fondasi tiang bor yang dipergunakan di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.
5. Sebagai kontribusi dalam bidang geoteknik pada masyarakat, pemerintah, dan institusi yang berwenang agar dapat meminimalisir kerusakan akibat potensi longsoran dan likuifaksi yang dapat terjadi di kemudian hari pada area kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain:

1. Penelitian yang dilakukan berlokasi di kawasan wisata Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.
2. Data-data material tanah dan desain konstruksi merupakan data sekunder dari penyelidikan tanah di lapangan dan laboratorium.
3. Analisis potensi likuifaksi dilakukan dengan metode *Simplified Procedure, Liquefaction Potential Index* (*LPI*), *Liquefaction Severity Index* (*LSI*) dan berdasarkan pada SNI 8460:2017 serta dengan menggunakan Peta Gempa Bumi Indonesia 2017.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4. Beban yang bekerja merupakan beban struktur dan beban jalan yang berada di atas lereng.
5. Analisis dan pemodelan lereng eksisting dilakukan dengan program Plaxis 2D.
6. Analisis dan pemodelan dinding penahan tanah hanya menggunakan program Plaxis 2D untuk meneliti deformasi dan angka keamanan pada lereng.
7. Dinding penahan tanah yang direncanakan adalah tipe kantilever dan tipe gravitasi dengan mutu beton, f_c' = 30 MPa.
8. Analisis fondasi tiang bor dilakukan secara manual dengan memperhitungkan besar nilai daya dukung tiang aksial, lateral, dan besar penurunan dengan kedalaman tiang hingga tanah keras.
9. Penelitian tidak memperhitungkan terkait proses, rincian gambar serta penyusunan rencana anggaran biaya.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian terdahulu terkait dengan perancangan perancangan perkuatan lereng dengan dinding penahan tanah dan fondasi tiang bor, yaitu:

1. Arief (2022) melakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah kantilever dengan kombinasi fondasi tiang pada untuk perkuatan lereng pada akses jalan poros Tawaeli – Toboli dengan variasi diameter tiang bor D40, D60, dan D80. Lokasi penelitian merupakan wilayah yang rawan longsor, utamanya di musim penghujan karena material timbunan pada lereng bergeser dan terbawa hingga mencapai bahu jalan. Materaial yang terbawa membuat jalan di lokasi penelitian licin dan membahayakan pengendara. Nilai SF yang diperoleh dari pengaplikasian dinding penahan tanah terhadap geser adalah 1,702 > 1,5 (aman) dan stabilitas terhadap gaya guling adalah 1,277 < 1,5 (tidak aman). Dinding penahan tanah juga diberi perkuatan tambahan berupa tiang bor, dengan variasi dimensi tiang D40, D50, dan D60. Dari hasil perhitungan merekomendasikan penggunaan tiang bor D60 yang dinilai tidak *over design* dengan nilai SF > 1,5. Dalam penelitian diketahui bahwa terjadi penurunan nilai deformasi dan peningkatan nilai stabilitas seiring dengan semakin besar diameter tiang yang diaplikasikan.
2. Namira (2021) melakukan penelitian mengenai analisis potensi likuifaksi berdasarkan nilai NSPT yang berada di Kota Palu, Sulawesi Tengah menggunakan *Simplified Procedure, Liquefaction Potential Index* (*LPI*), dan *Liquefaction Severity Index* (*LSI*). Dalam penelitian ini digunakan dua titik bor yang ditinjau. Pada tititk bor BH-01, potensi likuifaksi terdeteksi hingga kedalaman 20 m, sementara pada titik bor BH-02, potensi likuifaksi terjadi pada kedalaman 4–6 m. Indeks potensi dari metode LPI menunjukkan daerah penelitian memiliki potensi tinggi, namun tingkat kerusakan sesuai derajat kerusakan pada metode LSI menunjukkan kerusakan rendah. Hal ini karena lapisan keras pada permukaan tanah.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3. Arianata (2020) melakukan analisis terkait interaksi antara fondasi dan struktur pada kondisi tanah pasir lepas yang terlikuifaksi. Pada tanah pasir lepas yang terlikuifaksi, penurunan kekakuan dan kekuatan tanah menjadikan analisis *soil-structure interaction* atau SSI sangat krusial. Penelitian ini menggunakan metode beda hingga (FDM) dengan model Finn-Byrne dan histeresis Darendeli untuk memodelkan likuifaksi secara dinamik. Analisis dalam penelitian dilakukan dengan membandingkan kondisi tanah terlikuifaksi dan non-likuifaksi, serta melakukan studi parametrik terhadap variasi beban, konfigurasi tiang, dan bentuk struktur atas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban struktur atas akan secara signifikan memengaruhi respons fondasi, dan analisis pseudo-statik (berbasis deformasi atau gaya) dapat menjadi alternatif efisien dari analisis dinamik yang lebih kompleks. SSI penting dianalisis untuk tanah yang terlikuifaksi, tetapi pengaruhnya kurang signifikan pada tanah stabil.
4. Jalil dkk. (2020) melakukan analisis potensi likuifaksi dengan menggunakan metode *Simplified Procedure* oleh Idris dan Boulanger (2008), kemudian dilakukan perhitungan *Lateral Severity Index* (*LSI*). Parameter seismik 9,2 M_w (histori gempa Aceh 2004) digunakan dalam penelitian ini. Parameter seismik 7 M_w dan 8 M_w juga digunakan untuk mengukur potensi likuifaksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah Baiturrahman, Kuta Alam, dan Syiah Kuala memiliki potensi likuifaksi tinggi hingga sangat tinggi, terutama pada lapisan pasir jenuh dengan kedalaman dangkal. Nilai LSI memperkuat hasil tersebut dengan mengindikasikan risiko pergeseran lateral tanah yang signifikan pada zona-zona tersebut. Temuan ini menegaskan pentingnya zonasi risiko dan mitigasi bencana gempa di wilayah perkotaan pesisir. Hasil penelitian untuk perencanaan mitigasi risiko gempa dan penataan wilayah di daerah pesisir yang rawan likuifaksi.
5. Pratama dkk. (2018) melakukan penelitian tinjauan kapasitas dukung fondasi bored pile menggunakan analisis statis dan elemen hingga 2D pada gedung E Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Dalam penelitian, analisis dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dari 3 metode, yaitu metode Aoki dan Alancer, Schmertmann dan Nottingham, serta Begemann untuk menghitung kapasitas dukung aksial dari fondasi tiang. Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa pada metode Aoki dan Alancer, fondasi tidak aman terhadap beban yang bekerja pada *pile cap* dan tegangan geser efektif tanah tidak memenuhi syarat yang diizinkan namun besar penurunan dan defleksi yang terjadi pada fondasi tiang masih dalam batas aman, yaitu kurang dari batas penurunan dan defleksi yang diizinkan.
6. Mina, dkk. (2018) melakukan penelitian Analisis Potensi Likuifaksi berdasarkan data SPT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Baru Untirta Sindang Sari). Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa pada titik BH-1 dikedalaman 17,5–19,5m terjadi likuifaksi dengan nilai 0,91 (FS < 1) sedangkan pada titik lain aman terhadap likuifaksi, hal ini dibuktikan dengan nilai FS >1.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7. Syafei (2016) melakukan penelitian Perencanaan Fondasi Tiang Pancang Dengan Memperhitungkan Pengaruh Likuifaksi Pada Proyek Pembangunan Hotel di Lombok. Hasil penelitian didapatkan jumlah kebutuhan fondasi tiang pancang untuk masing – masing kondisi yaitu pada kondisi 1 yaitu kondisi tanpa likuifaksi, menggunakan PC *spun pile* diameter 1000 mm sebanyak 192 buah. Kondisi 2 adalah kondisi dengan likuifaksi menggunakan *bored pile* diameter 800 mm sebanyak 192 buah, kondisi 3 dan kondis 4 yaitu kondisi tanah lebih likuefaktif menggunakan PC *spun pile* diameter 600 mm sebanyak 192 buah dan 256 buah untuk masing-masingnya. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perencanaan fondasi dengan mempertimbangkan besar potensi likuifaksi dapat menjaga faktor keamanan struktur, sedangkan pemilihan dimensi serta jumlah tiang yang tepat dapat menjadi solusi efisien secara teknis dan ekonomis.
8. Nugraha (2014) melakukan analisis terhadap *safety factor* (angka aman) di Kawasan Situs Ratu Boko akibat tambahan beban bangunandan pengaruh perubahan kadar air ditinjau dari pemodelan dengan GeoStudio 2004 Slope/W analysis. Analisis dilanjutkan hitungan manual terhadap faktor aman lereng dengan metode kesetimbangan batas. Kondisi efisien percepatan gempa digunakan 0,355 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa dimensi dinding penahan tanah tidak memenuhi ketentuan stabilitas, terutama yang ditempatkan pada bagian bawah lereng. Faktor keamanan terendah pada dinding penahan ke-9 dengan nilai 1,02, yang menunjukkan kondisi sangat kritis. Namun, setelah diterapkan struktur penahan tambahan berupa *counterfort*, faktor keamanan terhadap gaya geser dan guling meningkat signifikan hingga mencapai nilai antara 1,8 hingga 2,5, sehingga dinding penahan dinyatakan aman secara struktural terhadap potensi longsor.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Menurut (Das dalam Hardiyatmo, 2017) tanah merupakan material alam yang terdiri dari agregat padat yang tidak tersementasi satu sama lainnya dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong diantara partikel tersebut (pori tanah). Hardiyatmo (2017) menyimpulkan bahwa tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Tanah juga didefinisikan sebagai sedimen atau akumulasi material padat yang terkonsolidasi sebagai hasil disintegrasi batu secara kimia dan fisika dengan atau tanpa kandungan organik (SK SNI M-23-1990-F).

Tanah terbentuk oleh pecahan dari kerak bumi yang tidak tersedimantasi sehingga memiliki ukuran yang beragam, meliputi material berukuran besar (batu, pasir dan kerikil) serta material dengan ukuran sangat kecil (lanau dan lempung). Penggunaan istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur adalah untuk menggambarkan ukuran dari partikel-partikel tanah pada batasan ukuran butiran yang telah ditentukan. Istilah tersebut juga untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus, seperti lempung sebagai jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir bersifat tidak kohesif dan tidak plastis. Bowles (1991) mendefinisikan tanah sebagai campuran dari partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis material berikut ini:

a. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
b. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
c. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
d. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
e. Lempung (*clay*), partikel mineral berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
f. Koloid (*colloids),* partikel mineral yang "diam" yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

2.1.1 Klasifikasi tanah

Karakteristik tanah umumnya bergantung pada tekstur ukuran butiran penyusunnya. Berdasarkan ukurannya, butiran tanah dikelompokkan menjadi dua macam yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Partikel tanah berdiameter melebihi sekitar 0,05 atau 0,075 mm dikelompokkan sebagai tanah berbutir kasar, sedangkan tanah yang berdiameter lebih kecil dari nilai tersebut dikelompokkan sebagai tanah berbutir halus. Kerikil dan pasir merupakan tanah berbutir kasar, sedangkan lempung dan lanau

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

merupakann tanah berbutir halus (Hardiyatmo, 2017). Klasifikasi tanah merupakan pengelompokan tanah-tanah yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama atau serupa kedalam kelompok ataupun sub-kelompok. Dua sistem klasifikasi tanah yang paling sering digunakan adalah sistem klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) dan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO). Kedua sistem klasifikasi tersebut membagi kelompok-kelompok tanah berdasarkan sifat-sifat dari indeks tanah yang sederhana, seperti distribusi ukuran butir, batas cair, dan indeks plastisitasnya. Klasifikasi tanah dapat membantu dalam memberikan pengarahan melalui cara empiris yang tersedia dari hasil pengalaman yang telah lalu. Akan tetapi, perlu berhati-hati dalam penerapannya karena penyelesaian masalah stabilitas, kompresi (penurunan), aliran air yang didasarkan pada klasifikasi tanah sering menimbulkan kesalahan yang berarti (Lambe, 1979).

a. Klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

   Pada klafikasi tanah sistem AASHTO, tanah dibagi ke dalam delapan kelompok besar dan digambarkan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO oleh Das (1995) dalam Hardiyatmo (2017).

Klasifikasi umum	Material granuler (<35% lolos saringan no, 200)							Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no. 200)			
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/A-7-6
Analisis saringan (%lolos)											
2,00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-			-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks	50 maks	50 min	-	-			-	-	-	-
0,075 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no.40											
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (G)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

b. Klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)

   Sistem klasifikasi USCS didasarkan pada distribusi ukuran butir, tanah diklasifikasikan menjadi dua jenis ukuran yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tertahan pada saringan nomor 200, dan tanah berbutir halus merupakan tanah yang 50% lolos pada saringan nomor 200.

2.1.2 Tanah pasir

Tanah pasir merupakan material tanah yang terbentuk melalui proses pelapukan batuan dan memiliki ukuran partikel yang besar sehingga mudah dilalui air (Tabel 2.2). Ketika tanah pasir dialiri air secara kontinu maka tekanan air pori tanah ikut meningkat. Pori-pori tanah akan terisi penuh oleh air sampai tidak lagi mampu menampung air di dalam pori tersebut, kondisi ini disebut kondisi tanah jenuh air (*saturated*). Tanah pasir dalam kondisi jenuh akan mampat ketika diberikan beban statis ataupun dinamis. Beban dinamis

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

umumnya adalah gempa bumi. Ketika lapisan tanah yang didominasi jenis pasiran yang lepas dan dalam kondisi jenuh menerima beban getaran (gempa) yang tiba-tiba, maka lapisan tanah tersebut akan kehilangan tegangan efektifnya (menjadi nol). Tanah kehilangan kekuatannya dan menyebabkan tanah berperilaku layaknya cairan.

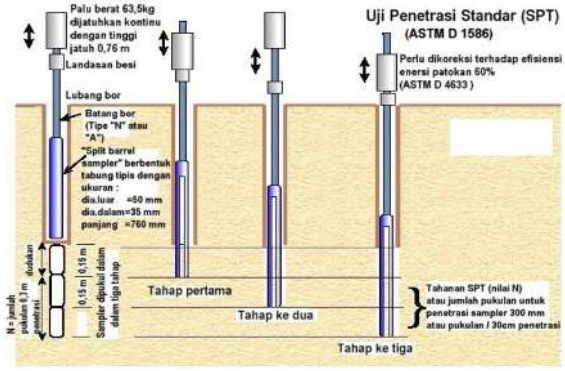
Tabel 2.2 Klasifikasi tanah menurut USCS, AASHTO dan ASTM (Hardiyatmo, 2017).

Klasifikasi Tanah	Ukuran Butir (mm)				
	Kerikil	**Pasir**	**Lanau**	**Lempung**	**Kolloid**
USCS	75 – 4,75	4,75 – 0,075	Butiran halus (lanau atau lempung) <0,075		
AASHTO	75 – 2	2 – 0,075	0,075 – 0,005	0,075 – 0,005	< 0,001
ASTM	75 – 4,75	4,75 – 0,075	0,075 – 0,005	0,075 – 0,005	< 0,001

2.2 Uji Penetrasi Standar

Penyelidikan tanah dilaksanakan untuk mengetahui parameter tanah berupa sifat-sifat teknis dan komposisi dari tanah di lokasi penelitian. Perencanaan awal dinding penahan tanah, analisis daya dukung fondasi dalam, serta identifikasi potensi likuifaksi akan ditentukan berdasarkan hasil pembacaan alat pada penyelidikan tanah tersebut.

Pengujian *Standart Penetration Test* atau Uji Penetrasi Standar (SPT) adalah salah satu cara untuk mengukur kepadatan tanah (Gambar 2.1). Teknik pengujian dilakukan dengan memberi gangguan berupa pembebanan berulang pada lubang bor terhadap kekakuan atau kepadatan lapisan tanah. Lapisan lunak relatif kurang mampu menahan tekan, sehingga diperlukan jumlah kecil pembebanan. Ukuran butir, kandungan air, gaya kohesi antar butiran dapat mempengaruhi kekuatan dan kepadatan (Hatmoko dan Suryadharma, 2015; Cetin dkk., 2018).

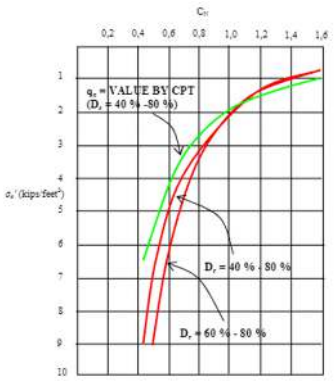


Gambar 2.1 Ilustrasi urutan penyelidikan tanah dengan alat uji Standart Penetration Test (SNI 4513, 2008).

Pada saat yang bersamaan dengn pengujian SPT, dilakukan juga pengeboran untuk memperoleh sampel tanah yang akan diperiksa secara visual kemudian dicatat sifat-sifat aslinya. Nilai SPT diperoleh dari jumlah pukulan untuk memasukkan tabung, dilakukan pencatatan jumlah pukulan N pada setiap penetrasi 15 cm. Nilai N_2 dan N_3 digunakan sebagai nilai NSPT, sedangkan N_1 diabaikan karena dianggap masih kotor bekas pengeboran. Pengujian dihentikan jika pembacaan NSPT > 50, lalu dilanjutkan hingga kedalaman minimal 6 m untuk mendapatkan sampel tanah tak terganggu. Hasil pengeboran disajikan dalam *borlog* yang mencakup data teknis lokasi, kondisi tanah, dan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

alat yang digunakan. Pada material tanah berupa batuan, jumlah pukulan dicatat pada setiap penetrasi 5 cm. Nilai NSPT dipengaruhi oleh kepadatan tanah, tekanan lateral, rasio *overconsolidation* (OCR), distribusi tanah dan lainnya, serta dinormalisasi menggunakan faktor C_N yang bergantung pada tekanan *overburden* efektif (Hardiyatmo, 2022). Dalam Gambar 2.2, ditunjukkan korelasi nilai C_N untuk nilai tahanan konus (q_c) dari uji penetrasi kerucut statis (sondir).



Gambar 2.2 Hubungan C_N dengan tekanan *overburden* efektif oleh Seed (dalam (Hardiyatmo, 2022).

Mulanya uji SPT dikembangkan untuk tanah berbutir kasar. Nilai SPT digunakan untuk mengidentifikasi sifat-sifat statis dan dinamis dari tanah granuler seperti *internal fricition angle* (ϕ), *relative density* (D_r), kapasitas dukung dan penurunan, kecepatan gelombang geser (v_s) dari tanah, maupun potensi likuifaksi. Seiring waktu, uji SPT juga sudah diterapkan pada tanah berbutir halus untuk memperkirakan sifat-sifat teknis seperti *undrained compressive strength* (q_u), *undrained shear strength* (S_u) dan koefisien kompresibilitas volume (m_v). Karena alat uji kerucut statis sulit untuk menembus tanah padat, evaluasi potensi likuifaksi lebih banyak menggunakan data hasil uji SPT (Hardiyatmo, 2022).

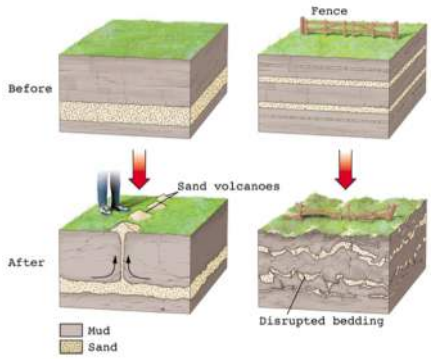
Nilai NSPT perlu dikoreksi terhadap kandungan fraksi halus (*fine content*) melalui uji saringan, dan data ini digunakan dalam analisis metode *simplified*. Dalam metode tersebut, parameter yang harus diketahui adalah nilai magnitude gempa (Hakam, 2016). Nilai SPT menunjukkan banyaknya pukulan yang diperlukan untuk memasukan silinder (*split barrel sampler*) sedalam 30,5 cm pada setiap pengujian. Berdasarkan data hasil uji SPT, potensi likuifaksi diklasifikasikan menjadi: (a) NSPT < 20 menunjukkan peluang likuifaksi tinggi; (b) untuk NSPT = 20–30 peluang likuifaksi sedang, dan untuk NSPT > 30 memiliki peluang terjadi likuifaksi sangat rendah. Pendekatan ini telah didukung beberapa studi empiris yang menunjukkan korelasi antara nilai NSPT dengan potensi likuifaksi pada tanah berbutir kasar.

2.3 Likuifaksi

Peristiwa pencairan tanah pertama kali diperkenalkan oleh Casagrande pada 1936, dan istilah likuifaksi secara luas dikenalkan oleh Mogami dan Kubo (1953) untuk menjelaskan deformasi tanah tak berkohesi dalam kondisi tak terdrainasi akibat gangguan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

monotonik, *transient*, dan berulang. Fenomena likuifaksi merupakan topik masalah yang penting dalam rekayasa geoteknik karena menyebabkan kerusakan yang seingkali sangat serius pada timbunan, lereng, bangunan, dan infrastruktur lainnya (Gambar 2.3). Peristiwa likuifaksi ko-seismik dan sebaran kerusakan akibat fenomena tersebut pada umumnya hanya terjadi pada daerah-daerah dengan struktur lapisan tanah yang terbentuk atau didominasi oleh material granular yang jenuh air dengan kepadatan yang rendah serta kemungkinan pergerakan ko-seismik di permukaan melebihi nilai batas ambang tertentu (Seed & Idriss, 1970; Kramer dkk., 1996).



Gambar 2.3 Proses terjadinya fenomena likuifaksi pada lapisan pasir.

Dengan pengamatan visual, likuifaksi ditandai dengan munculnya *sand boil*, lumpur pasir, atau rembesan air melalui rekahan tanah (Hatmoko, 2016). Pada Tabel 2.3, Hardiyatmo (2020) membagi mekanisme likuifaksi menjadi dua kategori, yaitu likuifaksi aliran (*flow liquefaction*) dan mobilitas siklik (*cyclic mobility*).

Tabel 2.3 Perbedaan likuifaksi aliran dan mobilitas siklik (Hardiyatmo, 2020).

Likuifaksi aliran (*flow liquefaction*)	**Mobilitas siklik (*cyclic mobility*)**
Tegangan geser statis lebih besar dari tahanan geser tanah ketika terjadi likuifaksi. Akibatnya: a. Terjadi aliran massa tanah pada area dengan kemiringan permukaan lebih dari 3° atau lereng tajam. b. Gerakan berupa aliran.	Tegangan geser statis lebih kecil dari tahanan geser tanah ketika terjadi likuifaksi. Akibatnya: a. Terjadi sebaran massa tanah pada area dengan kemiringan permukaan kurang dari 3° atau lereng datar. b. Gerakan berupa sebaran lateral (*lateral spreading*) dan guncangan tanah.

Sementara itu, Hardiyatmo (2022), mengklasifikasikan proses likuifaksi ke dalam tiga kondisi, yaitu:

a. Likuifaksi awal (*initial liquefaction*), menggambarkan kondisi selama beban siklik bekerja. Beban siklik menyebabkan tekanan air pori residu menyamai tekanan kekang yang bekerja. Kondisi likuifaksi awal tidak memperhatikan deformasi tanah sesudahnya yang mungkin akan terjadi, namun berguna untuk mendefinisikan suatu kondisi yang akan dijadikan sebagai dasar penilaian dari perilaku tanah selanjutnya.
b. Likuifaksi awal dengan potensi regangan terbatas (*initial liquefaction with limited strain potential*) atau mobilitas siklik (*cyclic mobility*) yaitu kondisi dimana saat

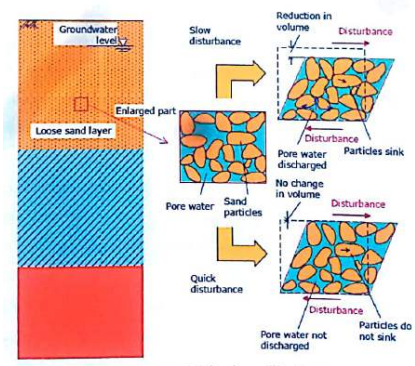
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

bekerjanya beban siklik yang menyebabkan likuifaksi awal, dan aplikasi tegangan siklik sesudahnya mengakibatkan timbulnya regangan terbatas karena tanah masih mempunyai tahanan sisa dalam menahan deformasi, atau oleh pengaruh bertambahnya volume tanah (dilasi). Pada kejadian selanjutnya, tekanan air pori turun dan tanah stabil oleh beban yang bekerja.

c. Likuifaksi (*liquefaction*) yaitu hilangnya kuat geser tanah tak berkohesi akibat beban gempa. Likuifaksi menyatakan suatu kondisi saat tanah mengalami deformasi selanjutnya pada tegangan residual rendah yang konstan, atau tanpa adanya tahanan residual, akibat timbulnya dan terpeliharanya tekanan air pori tinggi yang mereduksi tekanan kekang efektif ke suatu nilai yang sangat rendah. Tekanan pori yang berkembang tersebut dapat diakibatkan oleh salah satu dari dua hal, yaitu: aplikasi tegangan statik atau aplikasi tegangan siklik.

2.3.1 Mekanisme likuifaksi

Likuifaksi terjadi ketika tanah pasir jenuh air terkena beban gempa, yang menyebabkan peningkatan tekanan air pori secara tiba-tiba akibat getaran cepat sehingga air pori tidak sempat terdisipasi. Akibatnya, kontak antar partikel tanah melemah, tegangan efektif (*effective stress*) tanah turun hingga mendekati nol, tanah kehilangan kekuatan gesernya sehingga kemudian berperilaku seperti cairan (Youd & Perkins, 1987). Fenomena ini umumnya muncul pada tanah tidak berkohesi yang berada di bawah muka air tanah, memiliki niliai porositas yang rendah, dan belum terkonsolidasi, sehingga mudah mengalami penyusutan volume saat terguncang. Tekanan siklik dari gempa mempercepat peningkatan tekanan air pori secara berlebihan, menyebabkan hilangnya daya dukung tanah (Kramer dkk., 1996). Berdasarkan berbagai penelitian, terdapat tiga syarat utama terjadinya likuifaksi: (1) tanah merupakan material non-kohesif yang jenuh air (*saturated*), (2) muka air tanah dangkal atau sangat dekat dengan permukaan, dan (3) gempa dangkal yang terjadi berkekuatan minimal 5 SR. Karena hanya terjadi pada kondisi tanah yang jenuh, fenomena likuifaksi paling umum terjadi di dekat sungai, teluk, atau badan air lainnya (Kramer dkk., 1996). Mekanisme terjadinya likuifaksi dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Mekanisme likuifaksi.

Atlas Zona Kerentanan Gempa (2019) membagi zona kerentanan likuifaksi menjadi, yaitu:

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

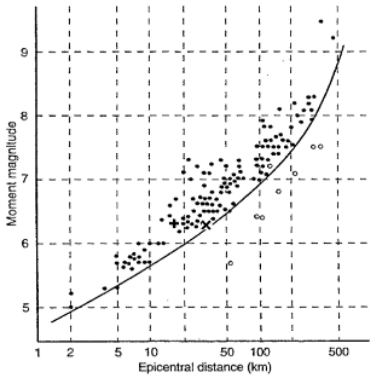
a. Zona kerentanan likuifaksi tinggi, yaitu zona yang dapat mengalami likuifaksi secara merata dan struktur tanah umumnya menjadi rusak parah hingga hancur. Tipe kerusakan struktur tanah yang terjadi berupa likuifaksi aliran (flow liquefaction), pergeseran lateral (lateral displacement), penurunan tanah (vertical displacement) dan semburan pasir (sand boil).
b. Zona kerentanan likuifaksi sedang, yaitu zona yang dapat mengalami likuifaksi secara tidak merata dan struktur tanah umumnya rusak. Tipe kerusakan struktur tanah yang terjadi berupa lateral (lateral displacement), penurunan tanah (vertical displacement) dan semburan pasir (sand boil).
c. Zona kerentanan likuifaksi rendah, yaitu zona yang jarang mengalami likuifaksi, umumnya likuifaksi yang terjadi berupa titik-titik semburan pasir dan sedikit menimbulkan kerusakan pada struktur tanah.
d. Zona tidak rentan likuifaksi.

2.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi likuifaksi

Banyak faktor-faktor di lapangan yang memengaruhi terjadinya likuifaksi. Day (2002) dalam (Hardiyatmo, 2022), mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap potensi likuifaksi di lapisan tanah, antara lain:

a. Intensitas dan durasi gempa.

Kerentanan tanah tidak berkohesi terhadap likuifaksi saat terjadi gempa bergantung pada besarnya magnitudo gempa, jumlah siklus tegangan atau regangan geser, serta karakteristik gerakan tanah seperti percepatan dan durasi guncangan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa likuifaksi umumnya terjadi pada jarak tertentu dari episentrum, tergantung pada magnitudo dan kedalaman gempa (Ambraseys,1988 dalam Hardiyatmo, 2022), disajikan pada Gambar 2.5. Karakteristik gerakan tanah, seperti percepatan dan durasi gempa, akan menentukan besar nilai regangan geser yang dapat menimbulkan kontraksi atau pemadatan, yang kemudian mengakibatkan peningkatan tekanan air pori yang sangat besar secara tiba-tiba sehingga terjadi likuifaksi di dalam tanah (Hardiyatmo, 2022).



Gambar 2.5 Hubungan antara jarak episentrum gempa dan magnitudo momen gempa pada lokasi likuifaksi, untuk gempa dangkal (Ambraseys, 1988).

b. Muka air tanah.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Likuifaksi hanya terjadi pada tanah dengan kondisi jenuh atau terendam air, sehingga kedalaman muka air tanah menjadi faktor yang diperhitung dalam mengkaji potensi likuifaksi. Letak muka air tanah yang semakin dangkal akan memperbesar potensi terjadinya likuifaksi. Oleh karena itu, evaluasi potensi likuifaksi umumnya didasarkan pada kedudukan muka air tanah tertinggi.

c. Jenis tanah.

Likuifaksi umumnya terjadi pada tanah granular karena sifatnya tidak plastis dan tak berkohesi, seperti material pasir halus hingga sedang, atau pasir dengan sedikit kandungan butiran halus berplastisitas rendah (Ishihara dkk.,1985). Urutan kerentanan likuifaksi dari yang paling rentan hingga yang paling stabil adalah: pasir bersih, pasir berlanau non-plastis, lanau non-plastis, dan kerikil (Hardiyatmo, 2022). Menurut Seed dkk. (1983), setelah dilakukan banyak pengujian di laboratorium dan juga lapangan, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar tanah kohesif tidak mengalami likuifaksi.

d. Kepadatan atau kerapatan relatif (D_r).

Tanah granuler dengan kepadatan relatif yang rendah (D_r < 50%) sangat rentan terhadap likuifaksi. Butiran tanah yang non-plastis cenderung merapat pada saat terjadi guncangan gempa, yang menimbulkan berkembangnya tekanan air pori yang tinggi. Semakin tinggi nilai D_r, maka akan semakin besar pula ketahanan tanah terhadap likuifaksi. Kepadatan relatif (D_r) dan angka pori (e) terbukti sebagai faktor penting dalam menilai kerentanan likuifaksi, baik berdasarkan uji laboratorium maupun kasus lapangan (Hardiyatmo, 2022). Berdasarkan GDP-9 (2015) dalam Hardiyatmo (2022), batas minimum kepadatan relatif agar pasir dianggap tidak mudah terlikuifaksi adalah sekitar 75%.

e. Bentuk dan gradasi butiran.

Kerentanan tanah terhadap likuifaksi sangat dipengaruhi oleh bentuk, ukuran, dan distribusi ukuran butir tanah. Tanah granular berbentuk bulat cenderung lebih mudah merapat atau memadat saat terjadi guncangan gempa sehingga akan lebih mudah mengalami likuifaksi dibandingkan dengan butiran tanah yang bergerigi (Hardiyatmo, 2022). Tanah bergradasi seragam (*uniformly graded*) memiliki susunan butiran yang tidak stabil dan sangat mudah mengalami kontraksi, sedangkan tanah bergradasi baik (*well-graded*) lebih stabil karena partikel halus mengisi rongga antar partikel kasar, mengurangi peningkatan tekanan air pori saat gempa. Tanah dengan kandungan kerikil tinggi umumnya lebih tahan terhadap likuifaksi karena memiliki tahanan geser dari gesekan internal yang lebih besar dan kemampuan drainase yang baik. Air pori dapat dialirkan dengan cepat sehingga tidak terjadi peningkatan tekanan air pori selama gempa terjadi. Akan tetapi, tanah tetap berpotensi likuifaksi jika kondisinya tidak padat atau terjebak di antara lapisan kedap air (Seed dkk., 1968; Ishihara, 1985).

f. Derajat kejenuhan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Saat terjadi gempa, likuifaksi tidak akan terjadi pada tanah dalam kondisi kering atau lembab. Tanah kering hanya akan mengalami penurunan akibat memadatnya tanah oleh guncangan gempa, sehingga kemungkinan terjadi likuifaksi sangat kecil. Dalam Hardiyatmo (2022), menyimpulkan dari hasil pengujian laboratorium bahwa tahanan tanah terhadap likuifaksi akan bertambah dengan berkurangnya derajat kejenuhan tanah. Tanah dengan derajat kejenuhan rendah hanya akan mengalami likuifaksi jika guncangan tanah yang terjadi sangat kuat dan berlangsung lama.

g. Kedudukan awal tanah.

Kerentanan tanah terlikuifaksi juga bergantung pada kedudukan awal dari tanah, yaitu kondisi tegangan dan kepadatan pada saat terjadi gempa. Kecenderungan timbulnya kelebihan tekanan air pori yang tinggi sangat bergantung pada kepadatan dan kondisi tegangan awal (Hardiyatmo, 2022).

h. Tebal lapisan pasir.

Lapisan tanah terlikuifaksi yang cukup tebal, menyebabkan aliran air pori bergerak ke atas menuju permukaan tanah, sehingga tanah pasir akan mencair seperti mendidih (*sand boils*) dan muncul retakan-retakan. Jika lapisan pasir yang terlikuifaksi terlalu tipis atau terletak di bawah lapisan yang tidak terlikuifaksi, adanya lapisan tanah yang tidak terlikuifaksi di atasnya tersebutlah yang akan mencegah menjalarnya kerusakan tanah ke lapisan tanah di atas (Hardiyatmo, 2022).

i. Penuaan (*aging*) dan sementasi.

Timbunan tanah yang baru diendapkan cenderung lebih rentan terhadap likuifaksi dibandingkan tanah yang telah lama mengalami proses deposisi. Hal ini disebabkan karena tanah yang baru belum mengalami tekanan kekang (*confining strees*) dan belum terbentuk ikatan antar partikel yang stabil. Penelitian menunjukkan bahwa semakin lama suatu lapisan tanah berada di bawah tekanan kekang, ketahanannya terhadap likuifaksi akan meningkat. Proses ini terjadi karena deformasi dan kompresi antar partikel dalam jangka waktu panjang menghasilkan susunan butiran yang lebih padat dan stabil. Selain itu, sementasi alami di antara butiran tanah juga mulai terbentuk, memperkuat ikatan antar partikel. Dengan demikian, semakin besar tekanan kekang dan semakin lama waktu pengendapan, semakin kecil kemungkinan terjadinya likuifaksi (Seed, 1979 dalam Hardiyatmo, 2022).

j. Tegangan vertikal efektif.

Kenaikan nilai tegangan efektif akan menambah kapasitas dukung dan kuat geser tanah. Peningkatan nilai tegangan geser tanah akan mengurangi potensi terjadi likuifaksi. Kishida (1969) menyatakan bahwa tanah pasiran yang jenuh tidak akan terlikuifaksi jika nilai tekanan *overburden* efektif lebih dari 2 t/ft^2 atau sama dengan $\pm$200 kPa.

k. Tegangan kekang (*confining stress*).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Potensi tanah terlikuifaksi akan berkurang apabila nilai tegangan kekang semakin besar. Kondisi yang dapat menghasilkan tekanan kekang yang tinggi adalah elevasi muka air tanah yang dalam, elemen tanah yang terdapat pada kedalaman yang cukup dalam, dan adanya tekanan tambahan *(surcharge)* pada permukaan tanah (Namira, 2023).

l. Beban bangunan di permukaan tanah.

Konstruksi bangunan di atas lapisan tanah kepasiran dapat menurunkan ketahanan tanah terhadap likuifaksi. Beban dari struktur bangunan menambah tegangan vertikal dan geser pada elemen tanah di bawahnya, sehingga jumlah tegangan tambahan yang dibutuhkan oleh gempa untuk memicu likuifaksi menjadi lebih kecil. Oleh karena itu, beban bangunan harus diperhitungkan dalam analisis rinci, termasuk penurunan akibat likuifaksi, kapasitas dukung tanah, dan stabilitas lereng.

m. Kondisi drainase.

Hardiyatmo (2022) menyebutkan bahwa jika tekanan air akibat kelebihan tekanan air pori yang timbul ketika gempa dapat dialirkan dengan segera, maka tanah tidak akan mengalami likuifaksi. Jadi, lapisan tanah yang berdekatan dengan lapisan kerikil tidak akan mudah terlikuifaksi.

n. Sejarah kasus likuifaksi.

Kemungkinan terjadinya likuifaksi dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah, sejarah kegempaan, dan sifat geoteknik setempat. Lokasi yang pernah mengalami likuifaksi berpotensi mengalaminya kembali jika kondisi tanah dan muka air tanah tidak berubah (Youd, 1984). Lapisan tanah yang telah lama mengendap dan pernah terkena guncangan gempa cenderung lebih tahan terhadap likuifaksi, terutama jika nilai *overconsolidation ratio* (OCR) dan koefisien tekanan tanah lateral diam (K_o) meningkat (Seed, 1970; Hardiyatmo, 2022). Menurut Kramer (1996), area yang rentan terhadap likuifaksi meliputi: (1) lokasi dengan riwayat likuifaksi sebelumnya; (2) tanah jenuh atau hampir jenuh yang mudah terlikuifaksi dan berpotensi tergenang di masa depan; (3) area dengan data geoteknik yang menunjukkan yang menunjukkan tanah di tempat tersebut berpotensi mengalami likuifaksi; serta (4) area dengan endapan geologi baru berumur kurang dari 1.000–15.000 tahun. Meskipun dua tanah memiliki kepadatan yang sama, tanah tua yang pernah terguncang cenderung lebih stabil dibanding tanah yang baru terbentuk.

2.3.3 Dampak likuifaksi

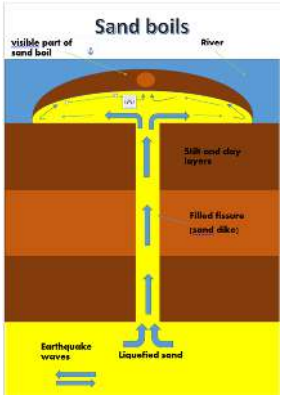
Ketika likuifaksi terjadi, permukaan tanah akan mengalami perubahan yang menyebabkan tanah kehilangan daya dukung, sehingga tidak mampu menopang beban di atasnya. Menurut Kurnia (2006), salah satu kerugian yang diakibatkan oleh bencana likuifaksi adalah hilangnya mata pencaharian masyarakat sekitar lokasi tanah yang terlikuifaksi. Dampaknya meliputi amblesnya gedung, kegagalan dinding penahan tanah, runtuhnya fondasi jembatan, longsornya lereng, tergulingnya bangunan, dan munculnya retakan-retakan tanah.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Fenomena likuifaksi secara visual ditandai dengan semburan pasir (*sand boils*), pergeseran lateral (*lateral spreading*), dan penurunan tanah (*ground settlement*), yaitu:

a. Lumpur Pasir *(Sand Boils)*

Lumpur pasir (*sand boils*) terjadi karena adanya perbedaan tinggi energi antar dua lapisan tanah. Lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih tinggi berada di bawah lapisan tanah yang tekanan air porinya lebih rendah. Lapisan tanah yang tidak terlikuifaksi berada di atas lapisan yang mengalami likuifaksi. Ketika gempa berlangsung, terjadi peningkatan tekanan air pori yang menimbulkan gaya dorong ke atas (*uplift pressure*) akibat adanya perbedaan tinggi enegi tekanan. Tanah akan kehilangan daya dukungnya akibat tekanan air pori berlebih (*excess pore water pressure*) dan terbentuk retakan-retakan, lihat Gambar 2.6. Gaya dorong ke atas dari lapisan tanah yang terlikuifaksi menembus lapisan tanah di atasanya dengan membawa lumpur-lumpur pasir melalui retakan-retakan tanah. Terbentuknya genangan lumpur-lumpur pasir tersebut menandai terjadinya peristiwa *sand boils* pada saat likuifaksi.

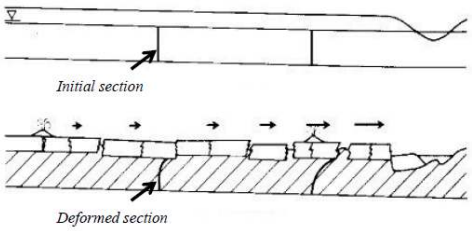


Gambar 2.6 Aliran air ke atas akibat perbedaan tinggi energi tekanan air pori. (https://edu.glogster.com).

b. Sebaran Lateral *(Lateral Spread)*

Pada umumnya *lateral spreading* terjadi di permukaan tanah yang memiliki kemiringan, di mana lapisan yang terlikuifaksi kehilangan tahanan geser di sepanjang garis kegagalan sehingga blok-blok tanah di atasnya bergeser. Menurut Kramer (1996), sebaran lateral terjadi akibat pergeseran yang bertahap selama periode gempa ketika kekuatan dari tanah yang jenuh kurang dari yang diperlukan untuk menahan besarnya gaya-gaya lateral yang bekerja pada tanah tidak jenuh yang berada di atasnya seperti pada Gambar 2.7. *Lateral spreading* merupakan kerusakan akibat likuifaksi dengan bahaya masif yang sangat besar. Hal ini menimbulkan deformasi sehingga membentuk celah-celah yang berujung pada keruntuhan tanah dan kegagalan struktur di atasnya. Bentuk kegagalan yang terjadi bersamaan dengan gerakan lateral tanah *(lateral spreading)* adalah penurunan tanah (*ground settlement*).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2.7 Mekanisme terjadinya sebaran lateral (EERI, 1994).

c. Penurunan Tanah (*Ground Settlement*)

Ground settlement adalah salah satu dampak utama dari likuifaksi, terutama pada tanah pasir jenuh. Penurunan tanah ini terjadi akibat pemadatan pasir selama disipasi tekanan air pori berlebih setelah beban gempa bekerja (Bin dkk., 2008). Ketika gempa terjadi, tekanan air pori meningkat akibat beban siklik. Karena sifat permeabilitas tanah, air merembes ke permukaan, mengurangi volume air dan menyebabkan pasir memadat. Pemadatan ini membuat permukaan tanah turun, yang dapat menyebabkan permukaan tanah atau bangunan masuk ke dalam tanah. Menurut Lee dan Albaisa (1974), kecenderungan pemadatan pasir dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ukuran butir, kepadatan relatif, regangan geser maksimum, dan besarnya tekanan air pori. Penurunan tanah terjadi karena hilangnya volume akibat rembesan air, yang membuat struktur di atas tanah tenggelam atau mengalami kerusakan berat (Namira, 2023).

Peristiwa likuifaksi besar terjadi pada gempa Niigata, Jepang (1964) pada Gambar 2.8a, yang menyebabkan bangunan-bangunan tenggelam dari permukaan tanah dan penurunan tanah yang cukup besar, yaitu hingga 90 cm. Peristiwa ini terjadi akibat gempa dengan magnitudo sebesar 7,3 SR dan jarak episentrum gempa berada 56 km dari kota. Di Indonesia, likuifaksi terjadi pada gempa Padang tahun 2009, terutama di sekitar sungai dan pantai, ditandai dengan semburan pasir (*sand boiling*) yang merusak hampir seluruh bangunan di wilayah tersebut (Hakam dan Darjanto, 2013), pada Gambar 2.8b.



(a) (b)

Gambar 2.8 (a) Peristiwa gedung-gedung apatemen menjadi miring akibat tanah terlikuifaksi di Niigata pada tahun 1964; (b) semburan pasir yang terjadi di Padang.

Contoh lainnya dari fenomena likuifaksi adalah yang terjadi di Guatemala (1976). Likuifaksi yang terjadi menyebabkan longsor besar dan kerusakan jembatan akibat

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pergeseran fondasi di sungai Motagua. Pergerakan tanah menyebabkan terdorongnya fondasi jembatan keluar, terjadi *buckling* atau perubahan deformasi pada struktur fondasi jembatan sehingga jembatan kehilangan dukungannya. Peristiwa likuifaksi terbaru yang terjadi di Indonesia adalah peristiwa gempa Palu pada September 2018 dan kejadian likuifaksi terbesar yang pernah dilaporkan oleh para ahli pada bidang kegempaan di dunia. Gempa Palu memicu tiga bencana sekaligus: longsor, rayapan tanah, dan likuifaksi, yang saling terkait akibat kondisi morfologi lereng Palu yang bervariasi dari landai hingga terjal. Kondisi lereng berselang-seling baik yang landai maupun sedikit terjal, hal ini dianggap menarik karena belum pernah terjadi sebelumnya di Indonesia (Sassa & Tagawa, 2019; Valkaniotis dkk., 2019). Likuifaksi parah terjadi di wilayah Balaroa, Petobo, dan Jono Oge, ditandai dengan amblasnya permukaan tanah (Bao dkk., 2019).

2.3.4 Kriteria potensi likuifaksi

State criteria merujuk kepada kemampuan pasir untuk menahan tegangan geser yang terjadi akibat gempa bumi. Parameter ini digunakan untuk menilai potensi likuifaksi berdasarkan kondisi geologi dan seismik suatu lokasi. Penentuan *state criteria* dapat dilakukan melalui uji laboratorium dan uji *in-situ* seperti *Standard Penetration Test* (SPT), *Cone Penetration Test* (CPT), *Flat Dilatometer Test* (DMT), atau *Shear Wave Velocity*. Peristiwa likuifaksi pada lapisan tanah dipengaruhi oleh sifat-sifat teknis tanah, kondisi lingkungan geologi dan karakteristik dari gempa bumi yang terjadi. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam meng kaji potensinya antara lain ukuran butir, muka air tanah dan percepatan getaran tanah maksimum (Seed dan Idriss, 1971). Karena tidak semua tanah berpotensi terlikuifaksi, maka evaluasi awal harus dilakukan dengan menentukan tingkat kerentanan tanah. Kriteria yang digunakan untuk evaluasi awal potensi likuifaksi untuk meliputi kriteria historis, geologis, dan komposisi tanah.

2.4 Gempa

Gempa bumi adalah getaran pada permukaan bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba di dalam kerak bumi yang bersifat sementara dan menyebar ke segala arah. Energi ini dipancarkan ke segala arah dalam bentuk gelombang seismik (Howell, 1969; BMKG, 2017). Penyebab utama gempa adalah pergerakan lempeng bumi yang menimbulkan tekanan besar hingga batuan pecah dan energi regangan dilepas. Selain gesekan antar lempeng, gempa juga bisa terjadi akibat proses subduksi, yaitu ketika terjadi tumbukan antara dua lempeng, seperti lempeng samudera yang menujam ke bawah lempeng benua.

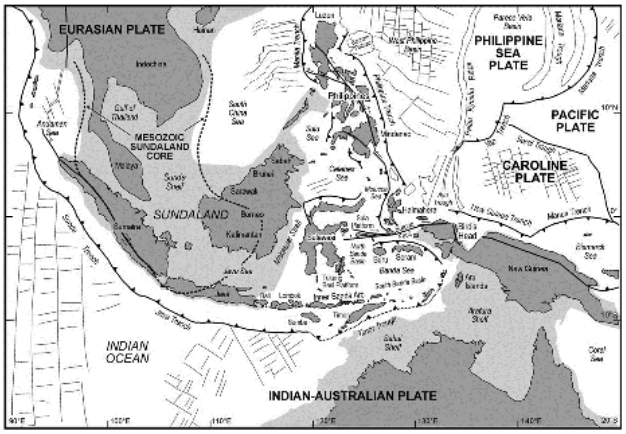
Ketika gempa terjadi, guncangan tanah umumnya berlangsung dalam tiga tahap. Guncangan pertama yang terjadi disebut sebagai guncangan awal atau *foreshock*, yaitu guncangan gempa bumi yang mendahului gempa yang lebih besar atau mengawali suatu peristiwa gempa di lokasi yang sama. Guncangan ini dapat diidentifikasi setelah terjadi gempa yang lebih besar di daerah tersebut. Guncangan utama atau *mainshock* adalah guncangan gempa terbesar dalam satu rangkaian kejadian gempa. Guncangan utama terjadi didahului satu atau lebih guncangan awal dan hampir selalu diikuti oleh gempa susulan. Guncangan susulan atau *aftershock* adalah guncangan gempa yang mengikuti

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

gempa yang lebih besar di lokasi yang sama guncangan utama terjadi. Disebut juga sebagai gempa susulan. Gempa susulan terjadi disebabkan oleh penyesuaian posisi kerak bumi setelah terjadi perpindahan akibat pengaruh guncangan utama. Gempa besar dapat diikuti dengan ratusan bahkan ribuan kali gempa susulan, dengan magnitudo dan frekuensi yang terus menurun (Utsu dalam Hardiyatmo, 2022).

2.5 Kriteria Historis

Menurut data BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) dalam Wattimanela (2020), pada tahun 2018 tercatat 11.577 kali gempa terjadi dengan berbagai variasi magnitudo dan kedalaman. Gempa tektonik adalah yang paling sering terjadi di Indonesia. Gempa tektonik disebabkan oleh pergerakan kerak bumi akibat tenaga yang timbul dari pergeseran lempeng tektonik (Gambar 2.9), yaitu lempeng Pasifik dan Indo-Australia di timur, serta lempeng Eurasia dan Hindia di barat. Selain itu, terdapat juga lempeng-lempeng kecil seperti lempeng Caroline dan lempeng Laut Filipina yang memperumit struktur tektonik di wilayah kepulauan Indonesia (Wattimanela, 2020).



Gambar 2.9 Batas-batas lempeng tektonik di wilayah kepulauan Indonesia.

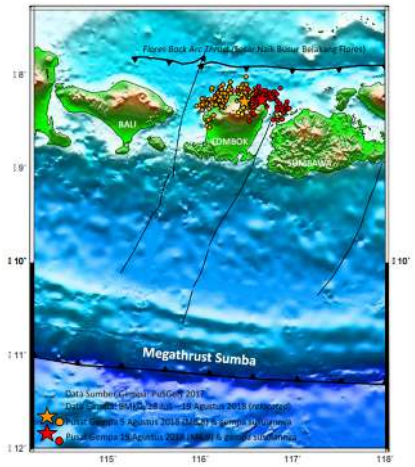
Aktivitas tektonik teridentifikasi pada zona subduksi aktif yang melintasi wilayah Indonesia dari barat hingga timur. Energi yang dihasilkan dari tumbukan antar lempeng berupa patahan di darat dan laut, yang mempengaruhi beberapa pulau dan lautan di Indonesia. Provinsi Nusa Tenggara Barat, terkhususnya Pulau Lombok berada di zona subduksi tersebut, yaitu kawasan dengan aktivitas tektonik yang sangat aktif. Pulau Lombok memiliki beberapa sumber gempa, yaitu zona *back arc thrust* di utara, *megathrust* di selatan, dan sistem sesar geser di barat dan timur seperti pada Gambar 2.10. Berdasarkan data geografis dan mekanisme gempa, peristiwa gempa yang terjadi di pulau Lombok pada tahun 2018 adalah akibat dari pergerakan sesar meninggi pada busur belakang pulau Lombok.

Pada Juli dan Agustus 2018, Provinsi Nusa Tenggara Barat mengalami serangkaian gempa besar, dengan magnitudo di atas 6 SR dan dan pusat gempa berada pada kedalaman antara 24 hingga 32 km di Pulau Lombok. Berdasarkan data SAR (*Search and Rescue),* gempa terjadi akibat dari pergeseran sesar-sesar yang mengakibatkan bagian utara Pulau Lombok terangkat sekitar 25 cm. Setelah rangkaian gempa besar, masih terjadi gempa

Analisis Kinerja Dinding Penahan Tanah Dan Fondasi Dalam Perkuatan Lereng Pada Kawasan Wisata Lombok
Gabriel Chintya Grace Hutahaean, Prof. Ir. Teuku Faisal Fathani, ST., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng.; Dr.Eng. Ir. Sitc
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

bermagnitudo >3 SR dan pada kedalaman ≤50 km sebanyak 115 kejadian di Provinsi Nusa Tenggara Barat sepanjang tahun 2018, mayoritas berpusat di Pulau Lombok. Dampak geoteknik yang terjadi akibat gempa Lombok meliputi likuifaksi, longsor dan retakan tanah.

Dari fakta di lapangan ditemukan bahwa likuifaksi yang terjadi berupa *lateral spreading*. Retakan-retakan tanah menyebabkan kerusakan pada jalan dan beberapa oprit jembatan serta daerah pelabuhan dan kerusakan ringan pabendungan. Fenomena likuifaksi menyebabkan fenomena semburan air dan pasir (*sand boiling*) dari retakan-retakan di permukaan tanah dan juga dari sumur-sumur penduduk.



Gambar 2.10 Distribusi Gempa Lombok pada Tahun 2018 (Pokja Geologi PusGen).

2.6 Kriteria Geologis

Kepulauan Nusa Tenggara, dikenal sebagai kepulauan Sunda Kecil, yaitu gugusan pulau di timur pulau Jawa yang membentang dari Bali bagian barat hingga pulau Timor di timur. Istilah kepulauan Sunda Kecil merujuk pada penamaan kawasan oleh Portugis untuk membedakan wilayah Nusantara menjadi *Soenda Mayor* untuk pulau-pulau di bagian barat berukuran besar dan *Soenda Minor* untuk pulau-pulau di bagian timur yang berukuran kecil. Berdasarkan eksplorasi sumber daya mineral yang dilakukan pada tahun 1987, pulau Lombok termasuk dalam busur gunung api sejak zaman Paleogen karena lokasinya berada di pertemuan lempeng Hindia-Australia dan Eurasia. Lempeng Hindia-Australia bergerak kearah utara dan mendesak lempeng Eurasia. Interaksi lempeng-lempeng ini menyebabkan terbentuknya banyak gunung api aktif seperti Gunung Rinjani, Tambora, dan Sangeang Api, yang merupakan bagian dari jalur pegunungan Mediteran. Secara geologi regional, pulau Lombok tersusun atas batuan gunung api, batuan sedimen dan batuan terobosan.

2.6.1 Geologi regional lombok

Geologi regional mempelajari sejarah pembentukan, jenis batuan, stratigrafi, tektonik, dan proses geologi suatu wilayah dalam skala besar. Pulau Lombok merupakan bagian dari kepulauan Sunda Kecil atau Nusa Tenggara, yang berada di timur pulau Jawa dan