

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI PADA AREA JALAN TOL PADANG-SICINCIN (STA 8+200 S/D STA 10+600)**

Diajukan sebagai salah satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Serjana Teknik  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Bung Hatta

**OLEH:**

**GUSTICA MULIA ELVIRA**

**1810015211020**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2023**

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI  
TUGAS AKHIR

ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI PADA AREA JALAN TOL  
PADANG-SICINCIN (STA 8+200 S/D 10+600)

Oleh :

Nama : Gustica Mulia Elvira  
NPM : 1810015211020  
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian  
komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas  
Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang

Padang, 18 September 2023

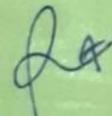
Menyetujui :

Pembimbing I/Penguji



(Ir. Hendri Warman, MSCE)

Pembimbing II/Penguji



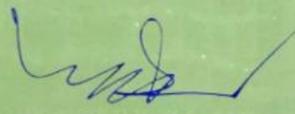
(Rita Anggraini, S.T., M.T.)

Dekan FTSP



(Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc.)

Ketua Proram Studi



(Indra Khaidir, S.T., M.Sc.)

**LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI**  
**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI PADA AREA JALAN TOL**  
**PADANG-SICINCIN (STA 8+200 S/D STA 10+600)**

Oleh :

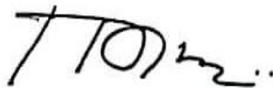
Nama : Gustica Mulia Elvira  
NPM : 1810015211020  
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 18 September 2023

Menyetujui :

**Pembimbing I/ Penguji**

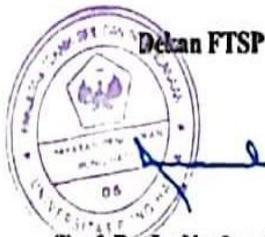


(Ir. Hendri Warman, MSCE)

**Pembimbing II/Penguji**



(Rita Anggraini, S.T., M.T.)



(Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc.)

**Ketua Proram Studi**



(Indra Khaidir, S.T., M.Sc.)

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI**  
**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI PADA AREA JALAN TOL**  
**PADANG-SICINCIN (STA 8+200 S/D 10+600)**

Oleh :

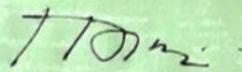
Nama : Gustica Mulia Elvira  
NPM : 1810015211020  
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 18 September 2023

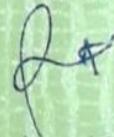
Menyetujui :

Pembimbing I/Penguji



(Ir. Hendri Warman, MSCE)

Pembimbing II/Penguji



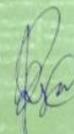
(Rita Anggraini, S.T, M.T.)

Penguji I



(Dr. Ir. Eva Rita, M.Eng)

Penguji II



(Risayanti, S.T, M.T.)

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI**  
**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI PADA AREA JALAN TOL**  
**PADANG-SICINCIN (STA 8+200 S/D STA 10+600)**

Oleh :

**Nama** : Gustica Mulia Elvira  
**NPM** : 1810015211020  
**Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 18 September 2023

Menyetujui :

**Pembimbing I/ Penguji**



(Ir. Hendri Warman, MSCE)

**Pembimbing II/Penguji**



(Rita Anggraini, S.T, M.T.)

**Penguji I**



(Dr. Ir. Eva Rita, M. Eng)

**Penguji II**



(Risayanti, S.T, M.T.)

# ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI PADA AREA JALAN TOL PADANG-SICINCIN (STA 8+200 S/D 10+600)

Gustica Mulia Elvira<sup>1)</sup>, Hendri Warman<sup>2)</sup>, Rita Anggraini<sup>3)</sup>

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta

Email: [gusticamuliae@gmail.com](mailto:gusticamuliae@gmail.com)<sup>1)</sup>, [hendriwarman@bunghatta.ac.id](mailto:hendriwarman@bunghatta.ac.id)<sup>2)</sup>, [rita.anggraini@bunghatta.ac.id](mailto:rita.anggraini@bunghatta.ac.id)<sup>3)</sup>

## ABSTRAK

Area Jalan Tol Padang-sicincin (STA 8+200 s/d 10+600) merupakan Jalan tol yang terbentang dari Padang-Sicincin dengan panjang 36,15 Kilometer, dimana dari peta geologi Padang dilewati oleh tiga lempeng aktif dunia yang rawan terhadap gempa bumi. Salah satu dampak yang disebabkan oleh gempa bumi ini berupa peristiwa Likuifaksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi Likuifaksi di STA 8+200 s/d 10+600 menggunakan data Tanah SPT dan data laboratorium. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Youd dan Idriss (2001). Hasil dari penelitian didapatkan bahwa STA 8+200 s/d 10+600 mengalami potensi likuifaksi. Pada STA 8+505, untuk kekuatan gempa 5,3 SR, 5,9 SR, 6,2 SR, dan 7,6 SR di dapatkan likuifaksi di kedalaman 1,55 - 25,55 m dengan nilai faktor keamanan (SF) berkisar antara 0,35 - 0,57, 0,28 - 0,43, 0,25 - 0,38, dan 0,16 - 0,24. Pada STA 8+700 untuk kekuatan gempa 5,3 SR, 5,9 SR, 6,2 SR, dan 7,6 SR di dapatkan likuifaksi di kedalaman 3,55 - 11,55 m dengan nilai faktor keamanan (SF) berkisar antara 0,4 - 2,05, 0,32 - 1,55, 0,29 - 1,40, dan 0,17 - 0,80. Pada STA 8+850 untuk kekuatan gempa 5,3 SR, 5,9 SR, 6,2 SR, dan 7,6 SR di dapatkan likuifaksi di kedalaman 1,55 - 29,55 m dengan nilai faktor keamanan (SF) berkisar antara 0,17 - 1,90, 0,13 - 1,45, 0,11 - 1,27, dan 1,55 - 29,55. Pada STA 9+500 untuk kekuatan gempa 5,3 SR, 5,9 SR, 6,2 SR, dan 7,6 SR di dapatkan likuifaksi di kedalaman 2 - 24 m dengan nilai faktor keamanan (SF) berkisar antara 0,24 - 5,93, 0,18 - 4,51, 0,16 - 3,98, dan 0,10 - 2,37. Pada STA 10+600 untuk kekuatan gempa 5,3 SR, 5,9 SR, 6,2 SR, dan 7,6 SR di dapatkan likuifaksi di kedalaman 4 - 30 m dengan nilai faktor keamanan (SF) berkisar antara 0,34 - 1,96, 0,26 - 1,49, 0,28 - 1,63, dan 0,14 - 0,79. Adapun faktor-faktor mempengaruhi terjadinya likuifaksi pada STA 8+200 s/d STA 10+600 yaitu Jenis Tanah, Muka air tanah (MAT), Magnitude Gempa, N-SPT.

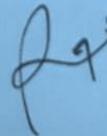
**Kata kunci :** Likuifaksi, Gempa bumi, SPT, SF

Pembimbing I



Ir. Hendri Warman, MSCE, IPU, ASEAN. Eng

Pembimbing II



Rita Anggraini, S.T, M.T,

**ANALYSIS OF LIQUEFACTION POTENTIAL IN THE  
PADANG-SICINCIN TOLL ROAD AREA (STA 8+200 TO 10+600)**

**Gustica Mulia Elvira<sup>1)</sup>, Hendri Warman<sup>2)</sup>, Rita Anggraini<sup>3)</sup>**

**Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning,  
Bung Hatta University**

Email: [gusticamuliae@gmail.com](mailto:gusticamuliae@gmail.com)<sup>1)</sup>, [hendriwarman@bunghatta.ac.id](mailto:hendriwarman@bunghatta.ac.id)<sup>2)</sup>, [rita.anggraini@bunghatta.ac.id](mailto:rita.anggraini@bunghatta.ac.id)<sup>3)</sup>

**ABSTRACT**

The Padang-Sicincin Toll Road area (STA 8+200 to 10+600) is a toll road that stretches from Padang-Sicincin with a length of 36.15 Kilometers, where from the geological map Padang is crossed by three active world plates which are prone to earthquakes. One of the impacts caused by this earthquake is a liquefaction event. This research aims to determine the potential for liquefaction in STA 8+200 to 10+600 using SPT Soil data and laboratory data. The method used in this research is the method of Youd and Idriss (2001). The results of the research showed that STA 8+200 to 10+600 experienced potential liquefaction. At STA 8+505, for earthquake strengths of 5.3 SR, 5.9 SR, 6.2 SR, and 7.6 SR, liquefaction was found at depths of 1.55 - 25.55 m with safety factor (SF) values ranging from between 0.35 - 0.57, 0.28 - 0.43, 0.25 - 0.38, and 0.16 - 0.24. At STA 8+700 for earthquake strengths of 5.3 SR, 5.9 SR, 6.2 SR, and 7.6 SR, liquefaction was found at a depth of 3.55 - 11.55 m with safety factor (SF) values ranging between 0.4 - 2.05, 0.32 - 1.55, 0.29 - 1.40, and 0.17 - 0.80. At STA 8+850 for earthquake strengths of 5.3 SR, 5.9 SR, 6.2 SR, and 7.6 SR, liquefaction was found at depths of 1.55 - 29.55 m with safety factor (SF) values ranging between 0.17 - 1.90, 0.13 - 1.45, 0.11 - 1.27, and 1.55 - 29.55. At STA 9+500 for earthquake strengths of 5.3 SR, 5.9 SR, 6.2 SR, and 7.6 SR, liquefaction was found at depths of 2 - 24 m with safety factor (SF) values ranging from 0.24 - 5.93, 0.18 - 4.51, 0.16 - 3.98, and 0.10 - 2.37. At STA 10+600 for earthquake strengths of 5.3 SR, 5.9 SR, 6.2 SR, and 7.6 SR, liquefaction was found at depths of 4 - 30 m with safety factor (SF) values ranging from 0.34 - 1.96, 0.26 - 1.49, 0.28 - 1.63, and 0.14 - 0.79. The factors influencing the occurrence of liquefaction at STA 8+200 to STA 10+600 are Soil Type, Groundwater Level (MAT), Earthquake Magnitude, N-SPT.

**Keywords:** Liquefaction, Earthquake, SPT, SF

**Mentor I**



**Ir. Hendri Warman, MSCE, IPU, ASEAN. Eng**

**Mentor II**



**Rita Anggraini, S.T, M.T,**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN INNSTITUSI.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	4

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Provinsi Sumatera Barat merupakan daerah yang rawan bencana alam karena terletak diantara tiga lempeng aktif dunia. Pertama yaitu zona pertemuan lempeng Indo-Australia (*Megathrust Subduction Zone Sumatera*). Kedua yaitu patahan (sesar) mentawai yang di antara kepulauan mentawai dan pulau sumatera. Ketiga yaitu sesar Sumatera yang terbentang mulai dari lampung sampai Banda Aceh.

Kota Padang merupakan kota yang terletak di pesisir pantai Sumatera Barat yang rentan terhadap gempa bumi dan tsunami. Pada tahun 2009 terjadi gempa di Padang dengan kekuatan 7,6 SR (sangat kuat) dengan kedalaman 80 Km mengakibatkan beberapa kerusakan dan kerugian terjadinya di beberapa daerah. Dampak yang disebabkan oleh gempa bumi tersebut menimbulkan kerusakan pada infrastruktur jalan dan gedung di kota Padang. Selain getaran yang kuat, fenomena likuifaksi juga terjadi di beberapa daerah pesisir dan pinggir Sungai.

Likuifaksi adalah Sebuah peristiwa perubahan kondisi tanah dari keadaan padat(*solid*) menjadi cairan(*liquid*). Likuifaksi dapat menyebabkan kerusakan berat hingga kegagalan struktur. Peristiwa likuifaksi saat gempa dapat ditandai dengan adanya pergerakan tanah dalam arah horizontal (*lateral Spreading*), rembesan air keluar dari tanah, bergesernya bangunan miring atau turun, penurunan muka tanah, serta terjadinya longsor pada tanggul dan lereng. Jenis gempa yang sering memicu terjadinya likuifaksi adalah gempa tektonik yang merupakan gempa bumi yang terjadi akibat patahan lempeng tektonik (*Hakam, 2020*).

Suatu konstruksi Sipil selalu berdiri di atas tanah yang dimana tanah tersebut merupakan bagian yang akan menerima dan mendukung beban dari konstruksi bangunan yang ada di atasnya. Oleh karena itu tanah adalah bagian terpenting dari konstruksi struktur bangunan, pada setiap pembangunan akan selalu ditemukan permasalahan tanah yang berbedah-beda yang disebabkan karakter dan sifat tanah yang berbedah pula.

Jalan Tol Padang-Sicincin merupakan bagian dari Jalan Tol Padang-Pekanbaru sepanjang 256 kilometer. Pembangunan Jalan Tol Padang-Pekanbaru ini di kerjakan oleh PT. Hutama Karya dengan investasi sebesar 78 Triliun. Jalan Tol ini mulai

dibangun pada 20 Desember 2018. Jalan Tol ini terbagi menjadi enam seksi yaitu Seksi I Padang-Sicincin sepanjang 36,15 kilometer, Seksi II Sicincin-Bukittinggi sepanjang 38 kilometer, Seksi III Bukittinggi-Payakumbuh sepanjang 34 kilometer. Seksi IV Payakumbuh-Pangkalan sepanjang 58 kilometer, Seksi V Pangkalan-bangkinang sepanjang 56 kilometer, dan Seksi VI Bangkinang-Pekanbaru 40 kilometer. Tujuan pembangunan Jalan Tol Padang-Pekanbaru ini adalah untuk membuka konektivitas antar-wilayah dalam rangka memperlancar distribusi logistik, tol ini menghubungkan dua pelabuhan laut yang berada di Padang dan Dumai di Riau, serta akan megefisienkan mobilitas orang dan barang (Kompas.com, 2022).

Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d 10+600) merupakan daerah yang akan di lakukan evaluasi potensi likuifaksi. Jenis tanah di Jalan Tol Padang-Sicincin STA tersebut yaitu cenderung tanah berpasir. Dari Intensitas gempa yang pernah terjadi di Sumatera Barat lebih dari 5 SR, Sehingga Jalan Tol Padang-Sicincin memenuhi syarat terjadinya potensi likuifaksi.

Untuk meminimalisir masalah kerusakan infrastruktur tersebut bisa dengan cara mengetahui profil tanah pada area struktur yang akan dibangun. Salah satu cara untuk mengetahui profil tanah pada suatu area dengan dapat menggunakan data SPT (*Standard Penetration Test*). Dari profit tanah tersebut dapat diidentifikasi potensi likuifaksi, yang mana bisa dijadikan pertimbangan dalam perhitungan struktur.

Tujuan dari analisa ini untuk mengetahui nilai faktor keamanan (SF) dilokasi Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600) dengan membandingkan nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR) yang merupakan tegangan geser yang timbul akibat gempa dan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) yang merupakan tahanan tanah terhadap likuifaksi. Dan peristiwa likuifksi akan terjadi jika angka keamanan (SF) lebih kecil dari pada satu ( $SF < 1$ ). Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis memutuskan untuk mengangkat topik tentang “ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI PADA AREA JALAN TOL PADANG-SICINCIN (STA 8+200 s/d STA 10+600)” menggunakan data SPT (*Standard Penetration Test*).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang penulis diatas, maka penulis merumuskan masalah yang akan diteliti adalah

1. Bagaimanakah potensi terjadinya likuifaksi yang disebabkan oleh gempa pada Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600) dengan menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT).
2. Bagaimanakah faktor keamanan terhadap likuifaksi pada Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600).

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari Tugas Akhir ini untuk menganalisis potensi terjadinya likuifaksi di Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600). Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui potensi likuifaksi pada tanah di Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600).
2. Untuk menentukan faktor Keamanan terhadap likuifaksi pada tanah di Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600).

### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk menghindari penelitian terlalu luas, maka pembatasan dalam penelitian akan berkonsentrasi pada beberapa hal yaitu:

1. Penelitian ini berlokasi pada Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600).
2. Analisa dilakukan menggunakan data sekunder uji SPT (*Standar Penetration Test*).
3. Data-data tanah yang digunakan pada penelitian ini hanya khusus pada Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600).
4. Metode yang digunakan dalam menganalisa potensi likuifkasi dengan menggunakan Youd and Idriss (2001).
5. Analisa potensi likuifaksi ini menggunakan magnitudo gempa (Mw) yaitu, Mw 5,3, Mw 5,9, Mw 6,2, dan Mw 7,6 berdasarkan BMKG 2019 dan USGS.
6. Metode perhitungan dilakukan secara manual dan menggunakan bantuan aplikasi LiqiT V 4.7.7.5

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan penulisan Tugas Akhir ini baik itu untuk penulis pribadi atau para pembaca yaitu:

1. Manfaat Teoritis, dapat dijadikan sebagai referensi dan sebagai literatur pertimbangan ilmu pengetahuan teknik sipil khususnya dalam mengetahui potensi likuifaksi berdasarkan data tanah lapangan .
2. Manfaat Praktis, dengan adanya penelitian ini dapat dijadikan salah satu rujukan dalam evaluasi meminimalisir potensi likuifaksi pada infrastruktur di Area Jalan Tol Padang-Sicincin (STA 8+200 s/d STA 10+600).

## 1.6 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi yang dipakai dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data SPT (*Standar Penetration Test*) untuk analisis potensi likuifaksi tanah akibat gempa bumi.
2. Melakukan studi literatur sebagai dasar teori dan referensi yang berhubungan dengan likuifaksi tanah.
3. Menganalisis data-data yang ada dengan menggunakan rumus atau formula berdasarkan jurnal-jurnal geoteknik sebelumnya.
4. Menganalisis potensi likuifaksi.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Adapun Penulisan laporan Tugas akhir ini agar tersusun baik dan sistimatis, maka alur penulisan mengikuti sistematika sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi Uraian Mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Maksud dan Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, Metodologi Penelitian dan Sistematika Penulisan Tugas Akhir.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Menyajikan tentang Kajian Pustaka yang berisi dasar Teori yang mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

### **BAB III : METODOLOGI**

Menjelaskan mengenai tahapan perhitungan dan metode yang digunakan untuk menganalisis potensi likuifaksi.

### **BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Dalam Bab ini berisikan hasil dan pembahasan mengenai analisa data.

### **BAB V : PENUTUP**

Di Bab ini berisi kesimpulan yang penulis dapatkan dari penelitian serta saran-saran.