

Analisis Penurunan Tanah Timbunan Menggunakan Metode Elemen Hingga pada Ruas Jalan Tolango-Bulontio STA 47+600

I.P. Latief^{1*}, I.M. Patuti² dan F. Achmad³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia 96554

* Corresponding author's e-mail: imam_s1sipil2016@mahasiswa.ung.ac.id

Received: 31 August 2022; revised: 15 December 2022; accepted: 4 January 2023

Abstract: Subsidence is a change in the composition of the soil and small spaces in the soil. The method that can be chosen to reduce the rate of decline that occurs on the road is preloading and adding geotextiles. The purpose of this study was to analyze the settlement that occurred in the embankment soil before and after the geotextile was applied. The research location is on Jalan Tolango-Bulontio STA. 47+600 Wubudu Village, East Sumalata District, North Gorontalo Regency. The primary data used is the characteristics of the embankment soil, while the secondary data is in the form of plan drawings, N-SPT values, and geotextile characteristics. Land subsidence analysis was carried out by modeling in two dimensions using the finite element method with the help of the Plaxis 2d v20 application. Structural modeling using plane strain model. The results showed that the settlement of the embankment using geotextiles that the settlement of the embankment soil at point A (shoulder) was 33 mm < 65 mm, while the settlement of the embankment without geotextile was greatest at point A (shoulder) of 33 mm. mm < 65 m (allowable descent). The settlement value of the embankment without geotextiles and the use of geotextiles did not have a significant difference because the geotextiles used only functioned as filtration, not as reinforcement.

Keywords: *subsidence, Plaxis 2d v20, Finite Element Method, geotextile.*

Abstrak: Penurunan merupakan berubahnya susunan tanah dan berkurangnya rongga pori di dalam tanah. Metode yang dapat dipilih untuk mengurangi laju penurunan yang terjadi di ruas jalan yaitu *preloading* dan penambahan geotekstil. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penurunan yang terjadi pada tanah timbunan sebelum diberi geotekstil dan setelah diberi geotekstil. Lokasi penelitian berada pada ruas Jalan Tolango-Bulontio STA. 47+600 Desa Wubudu, Kecamatan Sumalata Timur, Kabupaten Gorontalo Utara. Data primer yang digunakan berupa karakteristik tanah timbunan, sedangkan data sekunder berupa data gambar rencana, nilai N-SPT, dan karakteristik geotekstil. Analisis penurunan tanah dilakukan dengan memodelkan dalam bentuk dua dimensi menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan aplikasi Plaxis 2d v20. Pemodelan struktur menggunakan model regangan bidang (*plane strain*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai penurunan pada tanah timbunan dengan menggunakan geotekstil bahwa nilai penurunan paling besar terjadi pada lapisan tanah timbunan pada titik A (bahu jalan) sebesar 33 mm < 65 mm (penurunan yang diizinkan), sedangkan nilai penurunan pada tanah timbunan tanpa geotekstil paling besar terjadi pada titik A (bahu jalan) sebesar 33 mm < 65 m (penurunan yang diizinkan). Nilai penurunan pada tanah timbunan tanpa geotekstil dan menggunakan geotekstil tidak memiliki perbedaan yang signifikan dikarenakan geotekstil yang digunakan hanya berfungsi sebagai filtrasi bukan sebagai perkuatan.

Kata kunci: *penurunan, Plaxis 2d v20, Metode Elemen Hingga, geotekstil.*

1. Pendahuluan

Penetapan ruas jalan di Kabupaten Gorontalo Utara banyak yang mengalami kerusakan sebelum umur rencana jalan terpenuhi. Salah satu faktor yang mempengaruhi tidak tercapainya umur rencana jalan yaitu dipengaruhi pergerakan tanah berupa penurunan tanah yang mengakibatkan rusaknya perkerasan jalan. Penurunan yang terjadi disebabkan berubahnya susunan tanah dan berkurangnya rongga pori di dalam tanah tersebut. Metode yang dapat dipilih untuk mengurangi laju penurunan yang terjadi di ruas jalan yaitu *preloading* dan penambahan geotekstil. Geotekstil dipilih untuk mengurangi penurunan dikarenakan pemasangannya lebih mudah, ekonomis dan dapat menahan material timbunan pada perkerasan agar tidak terbawa air.

Penurunan adalah ketika lapisan tanah dibebani, maka tanah akan mengalami regangan atau penurunan (*settlement*) [1]. Penurunan total dari tanah berbutir halus yang jenuh adalah jumlah dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Penurunan konsolidasi masih dapat

dibedakan lagi menjadi penurunan akibat konsolidasi primer dan penurunan konsolidasi sekunder. Persamaan penurunan total dari suatu tanah yang dibebani seperti dijelaskan dalam Persamaan 1 [1].

$$S = S_i + S_c + S_s \quad (1)$$

dengan,

S : penurunan total (cm),
 S_i : penurunan seketika (*immediate settlement*) (cm),
 S_c : penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) (cm),
 S_s : penurunan sekunder (*secondary settlement*) (cm).

Geotekstil adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil polymeric, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (*non-woven*), rajutan atau anyaman (*woven*) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu dan/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil [2]. Geotekstil *non woven* atau disebut *filter fabric* (pabrik) adalah sebuah jenis geotekstil yang tidak teranyam, berbentuk seperti kain karpet, dan pada

umumnya bahan dasarnya terbuat dari bahan *polimer polyesther* (PET) atau *polypropylene* (PP). Cara kerja geotekstil *non woven* hanya mengandalkan *tensile strength*, sehingga tidak mereduksi terjadinya penurunan setempat (*differensial settlement*) akibat tanah dasar lunak [2].

Metode elemen hingga (*finite element method*) pertama kali dikenalkan oleh Clough dan Woodward (1967), tapi penggunaannya terbatas pada struktur dari material tanah yang kompleks. Untuk kasus khusus, metode elemen hingga dapat mengakomodasi pengaruh penimbunan dan penggalian secara bertahap, sehingga pengaruh tegangan dalam tanah terhadap deformasinya dapat ditelusuri. Metode elemen hingga juga dapat menunjukkan kebutuhan evaluasi stabilitas lereng dalam menghitung tegangan dan deformasi tanah sangat dianjurkan [1].

Penelitian mengenai analisis penurunan tanah timbunan menggunakan metode elemen hingga pernah dilakukan pada tahun 2020 di Mandalika dengan judul kajian desain perbaikan tanah dasar lunak menggunakan geotekstil dalam pembangunan infrastruktur kawasan pariwisata Mandalika [3], kemudian pada tahun 2019 dilakukan penelitian tentang

analisis penurunan tanah dengan menggunakan geotekstil pada timbunan [4], dilanjutkan pada tahun 2018 penelitian tentang analisis pengaruh penggunaan geotekstil terhadap peningkatan daya dukung fondasi dangkal pada tanah lempung di Kota Samarinda [5], dan pada tahun 2014 di Surabaya dengan judul analisa perkuatan geotekstil pada timbunan konstruksi jalan dengan Plaxis 2d [6], serta pada tahun 2012 di Padang dengan judul penggunaan *geotextil* sebagai alternatif perbaikan tanah terhadap penurunan fondasi dangkal [7].

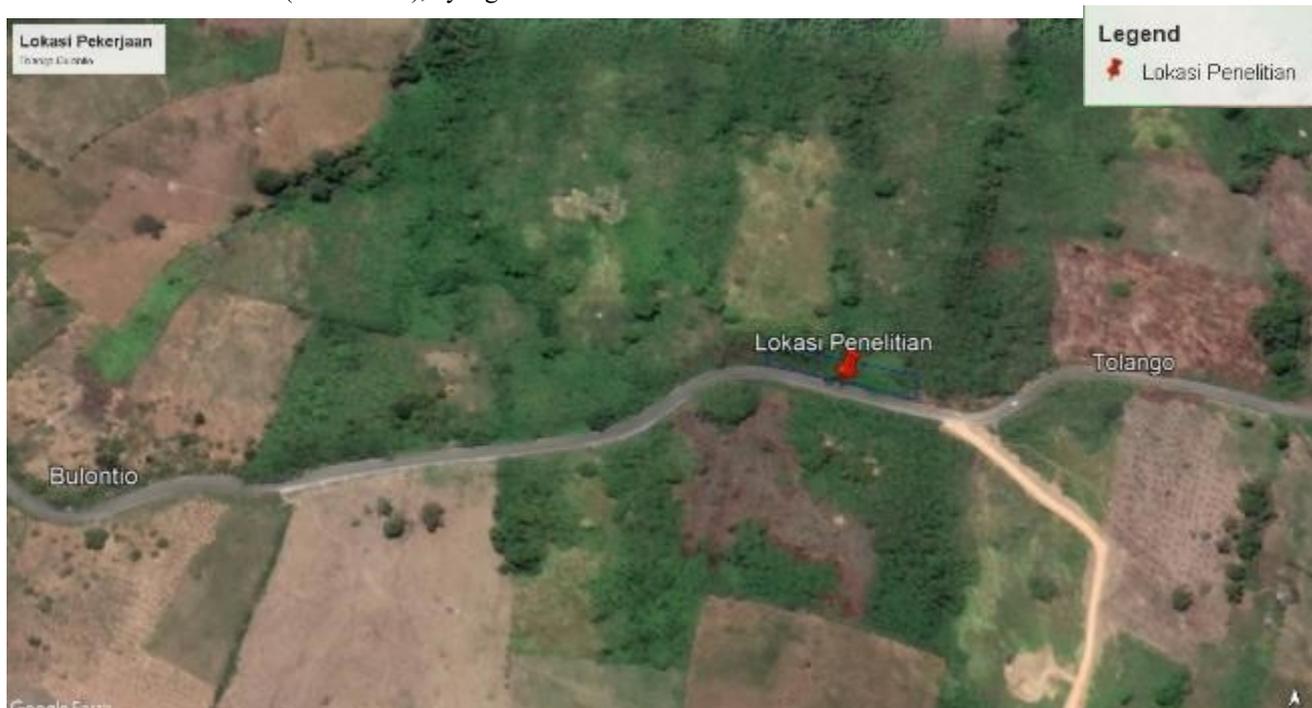
Penelitian yang pernah dilakukan di luar Indonesia antara lain tentang investigasi skala penuh tanggul jalan pada tanah lunak dengan stabilisasi geotekstil tahun 2020 [8], penggunaan geotekstil anyaman untuk pengurangan penurunan pijakan menyebar pada tanah granular tahun 2019 [9], perilaku lapisan pasir halus yang diperkuat geotekstil prategang yang mendukung pijakan persegi tertanam tahun 2015 [10], studi kasus tanggul yang diperkuat geotekstil di tanah lunak tahun 2002 [11], dan perkuatan geotekstil tanggul di atas gambut tahun 1985 [12].

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Tolango-Bulontio STA 47+700 (Gambar 1), yang terletak di

Kecamatan Sumalata Timur, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. Ruas Jalan Tolango-Bulontio merupakan jalan nasional dengan katagori Kelas II.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Data

Data penelitian yang digunakan pada penelitian meliputi gambar rencana, data *sandcone*, *N-SPT*, data *bored pile* dan beton yang diperoleh dari pelaksana dan konsultan, sedangkan karakteristik tanah timbunan diuji di laboratorium Teknik Sipil UNG. Data lainnya adalah data parameter aspal dan data karakteristik geotekstil, yang

diperoleh dari hasil penelitian terdahulu dan PT. Hilon Indonesia.

2.3. Metode dan Tahapan Penelitian

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan program berbasis metode elemen hingga, yaitu *Plaxis 2D V20*. Tahapan analisis dengan menggunakan *Plaxis 2D V20* sebagai berikut:

- 1) Setelah program mulai dijalankan, sebuah kotak dialog buat/buka proyek akan muncul dimana pengguna dapat memilih proyek yang telah ada atau membuat proyek yang baru. Pilih proyek baru dan klik tombol <OK>. Kemudian jendela pengaturan global akan muncul, berisi dua buah lembar-tab, yaitu proyek dan dimensi.
- 2) Memasukkan nilai parameter-parameter tanah dan parameter material lainnya.
- 3) Menggambar model geometris penampang jalan dan lapisan tanah (sesuai elevasi) di bawahnya beserta gambar pembebanan kendaraan yang bekerja.
- 4) Membuat elemen *mesh* (*Finite Element Model*) dengan tingkat kekasaran *mesh* yang diinginkan dan menentukan titik nodal yang ditinjau.
- 5) Menentukan elevasi muka air tanah dan kondisi awal pekerjaan hingga kondisi terakhir.
- 6) Melakukan kalkulasi penurunan tanah sesuai dengan tahapan konstruksi di lapangan.
- 7) Membuat rekapitulasi hasil penurunan dari nilai *output* Plaxis berupa tabel maupun kurva penurunan tanah.

Tahapan penelitian dibagi beberapa tahapan, yakni:

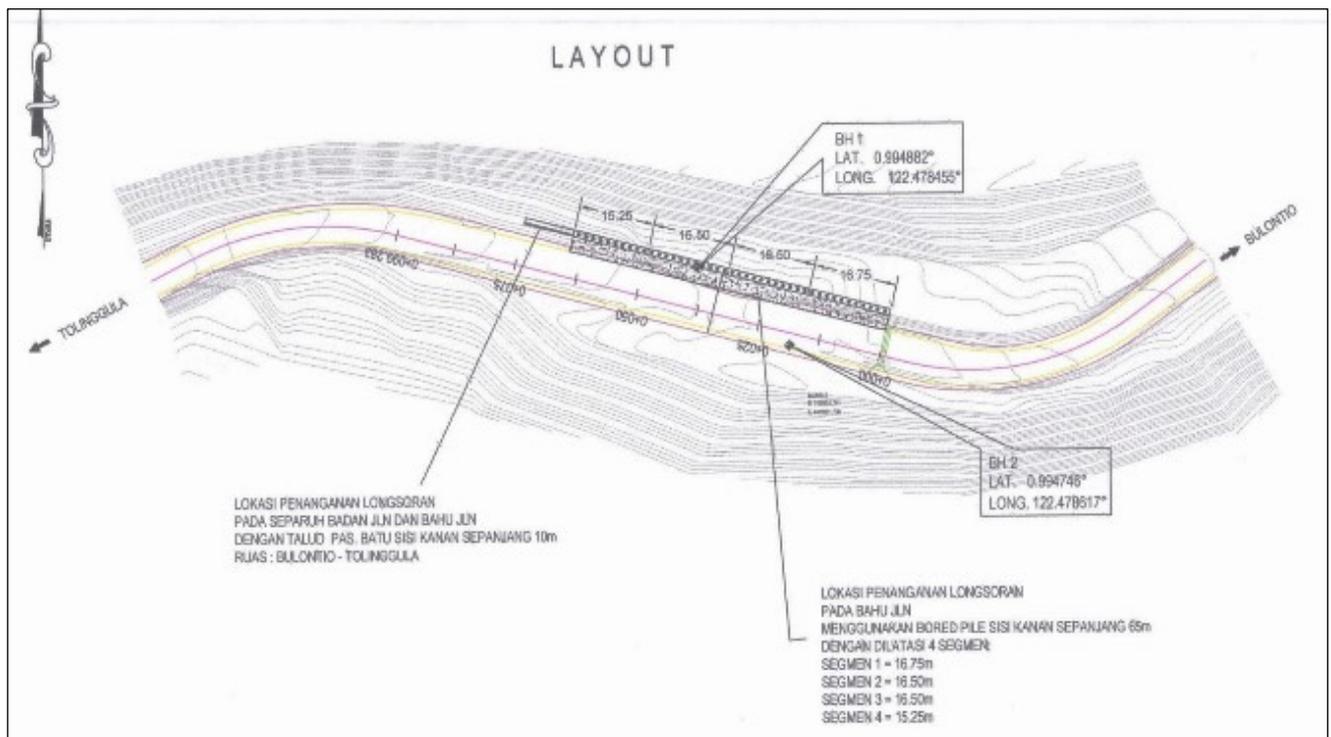
- 1) Tahap persiapan
Bertujuan untuk mendapatkan informasi, pengetahuan, referensi, metode, dan data yang diperlukan terkait penelitian ini.

- 2) Pengumpulan data
Berupa gambar desain diperoleh dari PT. Pentagon Terang Asli, sedangkan karakteristik geotekstil diperoleh dari PT. Hilon Geotekstil, serta data parameter tanah hasil pengujian di laboratorium yang kemudian akan digunakan untuk analisis penurunan.
- 3) Tahap pengolahan dan analisis data
Pada tahap ini dilakukan analisis untuk menghitung penurunan yang terjadi. Analisis menggunakan bantuan perangkat lunak *Plaxis 2d v20*.
- 4) Hasil akhir dari analisis digambarkan dalam bentuk grafik dan tabel hasil perhitungan, serta memberikan saran dan solusi dari hasil penelitian sesuai dengan permasalahan yang dimuat pada penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu pada ruas Jalan Tolango-Paguyaman, Tolango-Bulontio berada pada STA 47+600 di Desa Wubudu, Kecamatan Sumalata Timur, Kabupaten Gorontalo Utara. Penyelidikan tanah berupa pengeboran dilakukan di dua titik berbeda di Sta. 47+600. Titik pertama diberi nama BH-1 berada di sisi utara jalan dari arah Tolango, Titik kedua berada di sisi selatan jalan dari arah Tolango, lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 2.

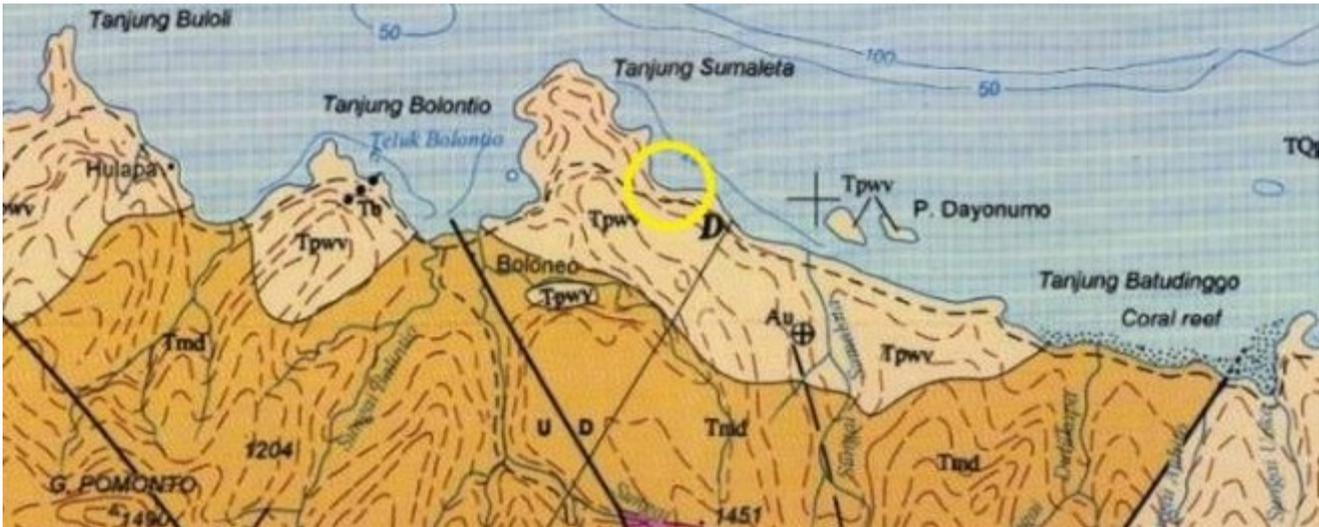


Gambar 2. Lokasi pengeboran di lokasi penelitian [13]

3.1.1. Kondisi Geologi

Berdasarkan peta geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi pada skala 1: 250.000 yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, di Desa Wubudu, Kecamatan Sumalata Timur, Kabupaten Gorontalo Utara didominasi oleh area Breksi Wobudu (T_{pww}) dan Formasi

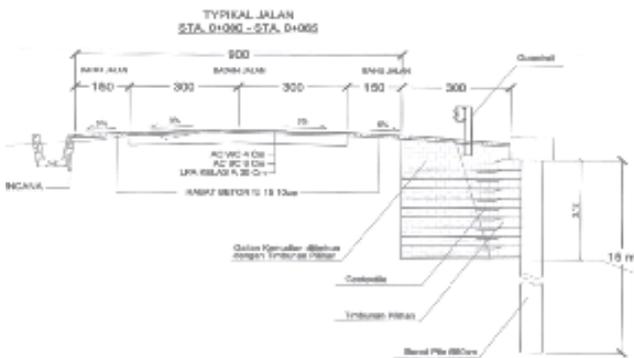
Dolokapa (T_{md}). Unit T_{pww} didominasi oleh breksi gunungapi, aglomerat, tuf, lava, andesitan, dan basalt ditemukan di beberapa tempat. Untuk unit T_{md} didominasi batu pasir, batuan lanau, batu lumpur, konglomerat, tuf, aglomerat, lava andesit, dan basal [13]. Berikut kondisi geologi sekitar lokasi penelitian, ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kondisi geologi di sekitar lokasi penelitian [13]

3.1.2. Kondisi Jalan

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2018 Tentang Penetapan Kelas Jalan Berdasarkan Fungsi dan Intensitas, sesuai dengan peraturan tersebut maka kelas jalan pada lokasi penelitian ini adalah kelas II [14]. Potongan melintang jalan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Potongan melintang jalan [15]

3.1.3. Pembebanan Beban Rencana

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2018 menyatakan bahwa Muatan Sumbu Terberat (MST) yang diizinkan untuk jalan arteri kelas II adalah sebesar 8 ton. Di dalam analisis struktur perkerasan ditentukan MST besarnya adalah 8 ton sebagai beban yang bekerja secara terus-menerus pada suatu struktur (statis). Untuk analisis beban MST sama dengan 8 ton, desain beban gandar ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6, dan bidang kontak beban roda ditunjukkan pada Gambar 7.

Tire contact area disederhanakan berbentuk lingkaran dengan jari-jari r adalah:

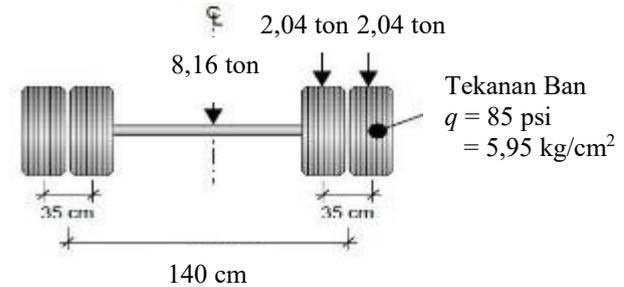
$$L = \sqrt{\frac{Pd}{0,52227 \cdot q}} = \sqrt{\frac{2040}{0,52227 \times 5,95}} = 25,61 \text{ cm}$$

$$\pi \cdot r^2 = (2 \times 0,52227 \times L^2) + ((S - 0,6) \times L)$$

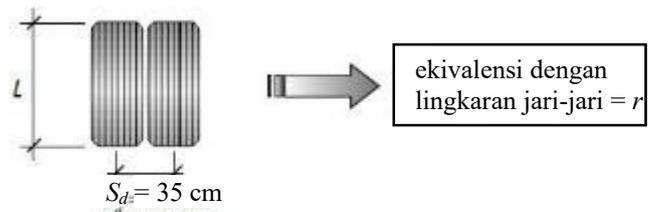
$$\pi \cdot r^2 = (1,04454 \times 25,61^2) + (35 \times 25,61)$$

$$\pi \cdot r^2 = 1582$$

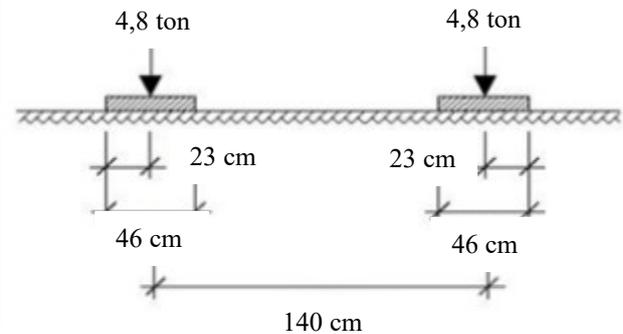
$r = \sqrt{\frac{1582}{\pi}} = 22,44 \text{ cm} \approx 23 \text{ cm}$
 dengan L = panjang beban (cm), Pd = besar beban pada roda (kN) dan q = tekanan ban (kg/cm^2).



Gambar 5. Design Axle Load Standard Axle Load sebesar 80 kN atau 8,16 Ton [15]



Gambar 6. Ekuivalensi luas bidang kontak lingkaran [15]



Gambar 7. Bidang kontak beban roda [16]

3.1.4. Data Penyelidikan Tanah

Pada perencanaan pekerjaan Preservasi Jalan Tolango-Paguyaman, Tolango-Bulontio dilakukan pengeboran dalam dan *SPT* sebanyak 2 titik yaitu pada BH-1 dan BH-2. Penyelidikan geologi teknik dilakukan dengan menggunakan metode pengeboran inti dengan kedalaman maksimum 15 m atau telah mencapai tanah keras atau batu dengan *N-SPT* > 60 tiga kali berturut-turut.

3.2. Hasil Analisis Penurunan pada Tanah Timbunan

3.2.1. Data Sifat-sifat Material pada Tanah Timbunan

Untuk melakukan analisis penurunan pada tanah timbunan dengan *Plaxis 2D V20* diperlukan adanya data sifat-sifat material yang akan dianalisis. Adapun data sifat-sifat material yang akan dianalisis ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 1. Sifat material untuk geotekstil (*Non-Woven*) [17]

Parameter	Simbol Satuan	Satuan	Nilai
Kekakuan normal	<i>EA</i>	kN/m	407,5

Tabel 2. Sifat-sifat Material untuk *Caping Beam* [18]

Parameter	Simbol Satuan	Satuan	Caping Beam
Model Material		-	Linear Elastic
Ketebalan	<i>d</i>	m	0,7
Berat Jenis	γ	kN/m ³	24
Modulus Young	<i>E</i>	kN/m ²	25.527.534
Angka Poisson	ν	-	0,15

Tabel 3. Sifat-sifat material untuk *embedded beam row (pile)* [18]

Parameter	Simbol Satuan	Satuan	Nilai
Jenis Perilaku	Jenis material	-	Elastis
Kekakuan normal	<i>E</i>	kN/m	25,74E6
Berat Jenis	γ	kNm ² /m	24
Jenis balok	Jenis Balok	-	<i>Predefined</i>
Jenis balok yang ditentukan	Jenis Balok sebelumnya	-	<i>Massive circular beam</i>
Inersia	<i>I</i>	m ⁴	0,0678
Diameter	<i>D</i>	m	0,6
Panjang spasi	<i>Lspacing</i>	m	1,0
Resistensi kulit aksial	Resistensi kulit aksial	-	<i>Linier</i>
T kulit,mulai,maksimum	<i>T_{skin,start,max}</i>	kN/m	50
T kulit,selesai,maksimum	<i>T_{skin,end,max}</i>	kN/m	50
Dasar resistensi	<i>F_{max}</i>	kN	500

Tabel 4. Sifat-sifat material untuk lapisan tanah dan timbunan serta antar muka

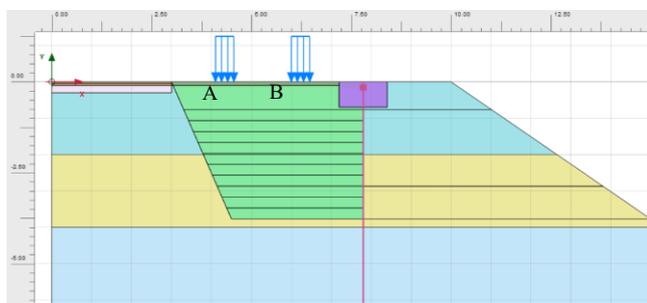
Parameter	Simbol Satuan	Satuan	Lapisan	Lapisan	Lapisan	Lapisan	Lapisan
			Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3	Tanah 4	Timbunan
Model material		-	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Jenis perilaku material	Jenis	-	Terdrainase	Terdrainase	Terdrainase	Terdrainase	Terdrainase
Berat isi tanah di atas garis freatik	<i>g_{unsat}</i>	kN/m ³	15,6	15,9	15,9	18,6	18,9
Berat isi tanah di bawah garis freatik	<i>g_{sat}</i>	kN/m ³	20,5	16,22	18,52	23	19,1
Permeabilitas arah horisontal	<i>k_x</i>	m/hari	8,64E-03	8,64E-03	8,64E-03	8,64E-06	0,0693
Permeabilitas arah vertikal	<i>k_y</i>	m/hari	8,64E-03	8,64E-03	8,64E-03	8,64E-06	0,0693
Modulus Young (konstan)	<i>E_{ref}</i>	kN/m ²	15.202,6	5.970,3	13.255,8	18.747,3	75.000
Angka Poisson	<i>n</i>	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Kohesi (konstan)	<i>c_{ref}</i>	kN/m ²	200	110	200	200	6,6
Sudut geser	<i>f</i>	°	25	25	25	25	46,41
Sudut dilatansi	<i>y</i>	°	0	0	0	0	16
Faktor reduksi kuat geser antarmuka	<i>R_{inter}</i>	-	1	1	1	1	1

Tabel 5. Sifat-sifat Material untuk sifat-sifat material untuk Lapisan AC-WC, AC-BC, dan Base Course [16]

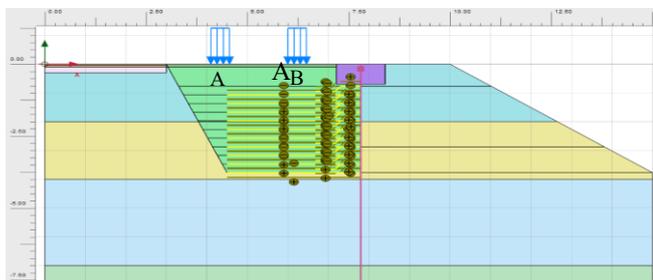
Parameter	Simbol Satuan	Satuan	Asphalt Concrete-Wearing Course	Asphalt Concrete-Binder Course	Base Course
Model Material	Model	-	Linear, isotropik	Linear, isotropik	Mohr-Coulomb
Ketebalan	d	m	0,04	0,06	0,30
Berat Jenis	γ	kN/m ³	23,25	23,25	23,1
Modulus Young	E	kN/m ²	2.326.462	3.055.646	500.000
Angka Poisson	ν	-	0,35	0,35	0,35

3.2.2. Pemodelan Menggunakan Plaxis 2D V20

Pada pemodelan tahap pertama, dilakukan pemodelan untuk timbunan tanpa geotekstil lalu pemodelan tahap dilakukan pemodelan dengan diberi geotekstil. Pemodelan tersebut, ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Pemodelan struktur tanah timbunan tanpa geotekstil



Gambar 9. Pemodelan struktur tanah timbunan memakai geotekstil dengan Plaxis 2D V20

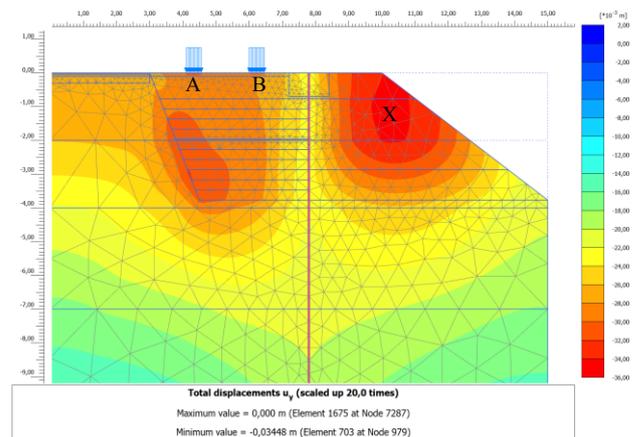
3.2.3. Hasil Penurunan pada Tanah Timbunan

1). Hasil Penurunan pada Tanah Timbunan Tanpa Geotekstil

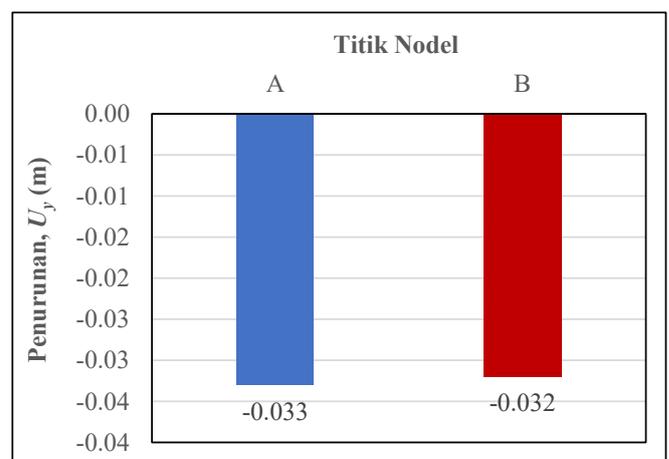
Besaran nilai penurunan pada tanah timbunan tanpa geotekstil oleh beban kendaraan, ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11. Besaran nilai penurunan pada tanah timbunan tanpa geotekstil oleh beban kendaraan ditunjukkan juga pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil penurunan untuk tanah timbunan tanpa geotekstil

No	Titik Nodel	Penurunan U_y (m)
1	A	-0,033
2	B	-0,032
3	X	-0,034



Gambar 10. Perpindahan vertikal, U_y tanpa geotekstil

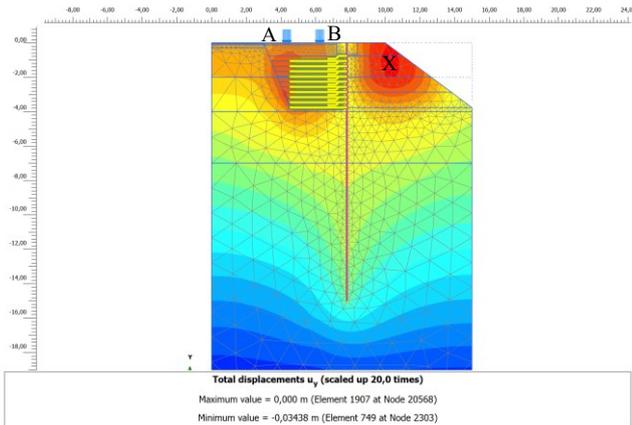


Gambar 11. Hasil perbandingan penurunan untuk tanah timbunan tanpa geotekstil.

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa nilai penurunan paling besar terjadi pada lapisan tanah timbunan atau pada titik A sebesar 0,033 m, sedangkan nilai penurunan terkecil terjadi pada titik B sebesar 0,032 m dan titik X merupakan nilai U_y maximum.

2). Hasil Penurunan pada Tanah Timbunan dengan Geotekstil

Besaran nilai penurunan pada tanah timbunan dengan perkuatan geotekstil oleh beban kendaraan, ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.

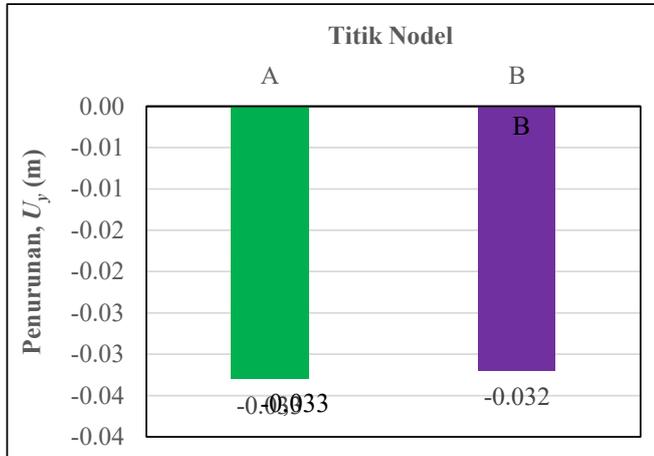


Gambar 12. Perpindahan vertikal, U_y dengan memakai geotekstil

Besaran nilai penurunan pada tanah timbunan memakai geotekstil oleh beban kendaraan ditunjukkan juga pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil penurunan untuk tanah timbunan dengan geotekstil

No	Titik Nodel	Penurunan U_y (m)
1	A	-0,033
2	B	-0,032
3	X	-0,034



Gambar 13. Hasil perbandingan penurunan untuk tanah timbunan dengan geotekstil

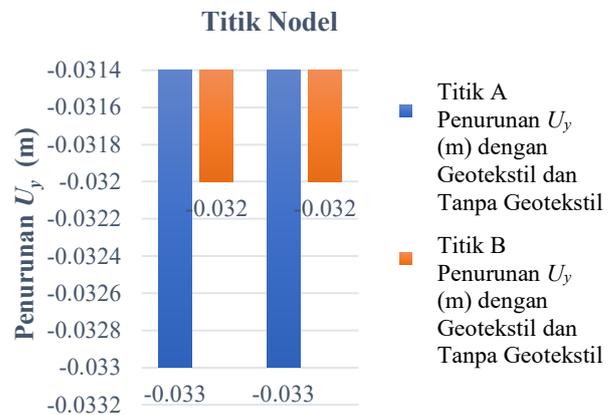
Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa nilai penurunan paling besar terjadi pada lapisan tanah timbunan atau pada titik A sebesar 0,033 m, sedangkan nilai penurunan terkecil terjadi pada titik B sebesar 0,032 m dan titik X merupakan nilai U_y maximum.

3). Hasil Perbandingan Penurunan pada Tanah Timbunan

Hasil perbandingan penurunan pada tanah timbunan, ditunjukkan pada Tabel 8 dan Gambar 14.

Tabel 8. Hasil perbandingan penurunan u_y memakai geotekstil dan tanpa geotekstil

Titik Nodel	Penurunan U_y (m)	
	Memakai Geotekstil	Tanpa Geotekstil
1 A	-0,033	-0,033
2 B	-0,032	-0,032



Gambar 14. Perbandingan penurunan U_y dengan geotekstil dan tanpa geotekstil.

Hasil penurunan tidak berbeda disebabkan oleh geotekstil yang digunakan dalam penelitian hanya berfungsi sebagai filtrasi. Terkait dengan fungsi filtrasi ada dua faktor penting yang harus disediakan oleh geotekstil, yaitu:

- 1) Permeabilitas harus cukup besar untuk memberikan keleluasaan air mengalir melewatinya sampai akhir umur rencana bangunan.
- 2) Kemampuan geotekstil dalam menahan butiran tanah, agar tanah tidak ikut dalam aliran (membutuhkan susunan benang yang rapat) dan mencegah butiran tanah melewati geotekstil. Geotekstil nir-anyam/*non-woven* umumnya cocok digunakan sebagai filter untuk berbagai jenis tanah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian untuk analisis penurunan tanah timbunan menggunakan Plaxis 2D V20, diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1). Berdasarkan hasil dari analisis menggunakan Plaxis 2D V20 nilai penurunan pada tanah timbunan tanpa geotekstil diketahui bahwa nilai penurunan paling besar terjadi pada lapisan tanah timbunan atau pada titik A sebesar 0,033 m, sedangkan nilai penurunan terkecil terjadi pada titik B sebesar 0,032 m.
- 2). Berdasarkan hasil dari analisis menggunakan Plaxis 2D V20 nilai penurunan pada tanah timbunan dengan geotekstil diketahui bahwa nilai penurunan paling besar terjadi pada lapisan tanah timbunan atau pada titik A sebesar 0,033 m, sedangkan nilai penurunan terkecil terjadi pada titik B sebesar 0,032 m.
- 3). Perbedaan penurunan pada tanah timbunan tanpa geotekstil dan memakai geotekstil tidak memiliki perbedaan yang signifikan dikarenakan geotekstil yang

digunakan hanya berfungsi sebagai filtrasi bukan sebagai perkuatan.

Daftar Pustaka

- [1] H.C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah II*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010.
- [2] H.C. Hardiyatmo, *Geosintetik untuk Perkerasan Jalan Raya*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017.
- [3] A. Ardiansah, B.W. Dharma, and Aminullah, "Kajian Desain Perbaikan Tanah Dasar Lunak Menggunakan Geotekstil dalam Pembangunan Infrastruktur Kawasan Pariwisata Mandalika," *Sosintek*, vol. 1, no. 1, p. 8, 2020.
- [4] D. Surachmat, H. Wijaya, and A. Kawanda, "Analisis Penurunan Tanah dengan Menggunakan Geotekstil pada Timbunan," *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, vol. 2, no. 4, p. 197, 2019.
- [5] A.D. Isbusandi, M. Widiastuti, and H. Sutanto, "Analisis Pengaruh Penggunaan Geotekstil Terhadap Peningkatan Daya Dukung Fondasi Dangkal pada Tanah Lempung di Kota Samarinda," *Jurnal Teknologi Sipil*, vol. 2, no. 2, p. 48, 2018.
- [6] P.A. Tay, F.S. Adi, D. Tjandra, and P.S. Wulandari, "Analisa Perkuatan Geotekstil pada Timbunan Konstruksi Jalan," *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2014.
- [7] Y. Zaika and B. Agus, "Penggunaan Geotekstil Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 4, no. 2, p. 91, 2012.
- [8] M. Arsyad, I.B. Mochtar, N.E. Mochtar, and Y.F. Arifin, "Road Embankment Full-Scale Investigation on Soft Soil with Geotextile Stabilization," *International Journal of Geomate*, vol. 19, no. 71, p. 145, 2020.
- [9] M.A. Adajar, M. Gudes, and L. Tan, "The Use of Woven Geotextile for Settlement Reduction of Spread Footing on Granular Soil," *International Journal of Geomate*, vol. 16, no. 58, p. 211, 2019.
- [10] S. Kumar, C.H. Solanki, and B.K. Pandey, "Behaviour of Prestressed Geotextile-Reinforced Fine Sand Bed Supporting an Embedded Square Footing," *International Journal of Geomate*, vol. 8, no. 2, p. 1257, 2015.
- [11] D.T. Bergado, P.V. Long, and B.S. Murthy, "A Case Study of Geotextile-Reinforced Embankment on Soft Ground," *Geotextile and Geomembranes*, vol. 20, no. 6, p. 343, 2002.
- [12] R.K. Rowe and K.L. Soderman, "Geotextile Reinforcement of Embankments on Peat," *Geotextiles and Geomembranes 2*, vol. 2, no. 4, p. 277, 1985.
- [13] S. Bachri, Sukido, and N. Ratman, *Peta Geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi*, Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1994.
- [14] Tim Penyusun, *Permen PUPR Nomor 05/PRT/M/2018*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018.
- [15] S. Sukirman, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Bandung: Nova, 2010.
- [16] M.B. Raharjo, *Analisis Struktur Jalan Raya dengan Menggunakan Software Plaxis 3D Foundation ditinjau pada Perkerasan Lentur dan Kaku*, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil UNS, 2012.
- [17] im Penyusun, *Data Sheet Geotextile*, Jakarta: PT. Hilon Indonesia, 2018.
- [18] Tim Penyusun, *Data Perencanaan Proyek Preservasi Jalan Tolango-Bulontio*, Gorontalo: PT. Pentagon Terang Asli, 2020.