

Kajian *Land Subsidence* pada Ruas Jalan Bukit Serayan-Bambang Ismoyo Kabupaten Bengkayang

Murad^{1*}, Eka Priadi²

¹Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura Pontianak, 78124, Indonesia

²Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura Pontianak, 78124, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: murad@teknik.untan.ac.id

Received 17th May 2023; 1st Revision 5th June 2023; Accepted 26th June 2023

ABSTRAK

Kabupaten Bengkayang terus berbenah diri seiring menyambut lajunya pembangunan perekonomian khususnya pembangunan infrastruktur rekonstruksi ruas jalan. Dengan banyaknya pembangunan infrastruktur yang dilakukan di berbagai topografi lereng menjadi salah satu lokasi yang menjadi bagian dari pembangunan tersebut. Untuk membuat jalan yang nyaman, analisis keamanan lereng harus dilakukan sejak awal. Saat ini beberapa ruas jalan yang ada di Kota Bengkayang mengalami masalah yaitu penurunan tanah. Amblesan yang terjadi cukup signifikan mengganggu aktivitas masyarakat dan bisa berakibat fatal bagi pengguna jalan yang melintas di atasnya. Penurunan tanah menjadi masalah utama bagi masyarakat. Tujuan untuk menganalisis klasifikasi tanah dan menghitung penurunan tanah serta mencari solusi untuk perkuatan tanah di ruas jalan yang ada di Kota Bengkayang. Penelitian ini dilakukan dengan membuat lubang bor pada 2 titik dan uji laboratorium. Hasil penelitian pada lubang bor 1 dan lubang bor 2 lapisan tanah dasar pada kedua titik pengeboran didominasi oleh lempung lanauan dan lanau lempungan dengan disisipi tipis pasir halus sampai lapisan lempung batu padat dan sangat keras pada kedalaman 8 – 12 m. Total penurunan pada lokasi titik bor SB.01 sebesar 3,1 cm dan pada titik bor SB.02 sebesar 6,2 cm. Sehubungan dengan fungsi dan kelas jalan yang digunakan untuk kebijakan pemerintah Kabupaten Bengkayang, diperlukan perawatan berkala di wilayah ruas jalan tersebut untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar.

Kata kunci: *Topografi lereng; Penurunan tanah; Klasifikasi Tanah*

ABSTRACT

Bengkayang Regency continues to improve itself in line with the pace of economic development, especially infrastructure development for road reconstruction. With so many infrastructure developments in various topography, slopes are one of the locations that are part of the development. To realize a comfortable road, of course, a slope safety analysis is needed in its planning. Currently, several roads in Bengkayang City are experiencing problems, namely land subsidence. The subsidence that occurs greatly disrupts community activities and can be fatal to road users who pass through it. Land subsidence is a major problem for the community. The aim of the study was to analyze soil classification and calculate land subsidence and find solutions to strengthen the soil on roads in Bengkayang City. This research was carried out by making drill holes at 2 points and laboratory tests. The results of the research on drill hole 1 and drill hole 2, the base soil layer at both drilling points is dominated by silt clay and silt clay with thin fine sand interspersed with layers of dense clay and very hard clay at depths of 8 – 12 M. Total decrease at drill point SB .01 of 3.1 cm and at the drill point SB.02 of 6.2 cm. It is recommended that periodic maintenance be carried out in

the road section area to increase the carrying capacity of the subgrade soil with the function and class of the road used for Bengkayang Regency government policy.

Keywords: *Slope topography; Land subsidence; Soil Classification; Soil Reinforcement,*

Copyright ©. Murad, Eka Priadi

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

Perkembangan Kota Bengkayang yang semakin pesat tidak luput dari berbagai permasalahan, beberapa tahun belakangan ini muncul masalah baru terkait akses transportasi. Beberapa ruas jalan yang menghubungkan kota Bengkayang dengan kota Singkawang mengalami kerusakan dan terjadinya amblesan (penurunan tanah). Amblesan yang terjadi cukup signifikan mengganggu aktivitas masyarakat dan bisa berakibat fatal bagi pengguna jalan yang melintas di atasnya. Penurunan tanah menjadi masalah utama bagi masyarakat di kota Bengkayang.

Jalan raya merupakan sarana infrastruktur penting dalam mendukung perkembangan ekonomi, lingkungan hidup dan memperlancar transportasi di suatu daerah. Kualitas yang baik sangat diutamakan demi keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan [1]. Perkerasan jalan adalah bagian dari konstruksi jalan raya yang memperkuat lapisan konstruksi dengan ketebalan, kekuatan, kekakuan, dan kestabilan tertentu. Ini dirancang untuk memikul tegangan yang ditimbulkan beban kendaraan, perubahan suhu, kadar air, dan perubahan volume pada lapisan di bawahnya [2]. Lereng longsor dan ambles dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu faktor alami dan faktor aktivitas manusia. Faktor alami disebabkan oleh pelapukan tanah lunak, akibat intensitas hujan yang berkepanjangan, dan adanya lapisan tanah lunak. Selanjutnya faktor aktivitas manusia disebabkan oleh adanya penggalian di kaki lereng dan juga penambahan beban yang terjadi pada lereng, muka jalan, air yang masuk ke dalam pori-pori dan yang menggenangi di permukaan tanah serta beban dinamis yang diakibatkan oleh tumbuh-tumbuhan yang tertiuip angin [3].

Hasil observasi lapangan didapatkan informasi sekitar sepuluh lokasi titik penurunan tanah yang terjadi di beberapa ruas jalan, hal ini sudah menjadi issue utama bagi masyarakat [4]. Dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan hasil pembangunan, faktor turunnya permukaan tanah harus diperhitungkan. Ini karena turunnya permukaan tanah dapat merusak tatanan wilayah yang telah dibangun dan yang sudah ada.

Dengan mempertimbangkan masalah tersebut di atas, penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi besarnya penurunan yang terjadi saat ini serta menemukan solusi untuk masalah tersebut melalui upaya perkuatan tanah. Penelitian ini dilakukan melalui pengujian lapangan di dua lokasi penting. Hasil tes ini akan digunakan sebagai pedoman dalam proses penyelesaian masalah dan penanggulangan. Ini akan sangat bermanfaat bagi warga Bengkayang dan sekitarnya.

METODE

Penelitian ini dari segi penggunaannya merupakan jenis penelitian terapan, di mana konsep yang digunakan cenderung bersifat operasional dan bukan konsep abstrak [5]. Dalam penyusunan rancangannya, penelitian terapan cenderung mengabaikan teori dan merupakan jenis penelitian data kontinum dalam bentuk angka/bilangan yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran. Berdasarkan jenis skala pengukuran yang digunakan, data kontinum dapat

berbentuk bilangan bulat atau pecahan. Pada penelitian ini perhitungan perkuatan tanah akan dievaluasi dengan menggunakan rumus-rumus empiris untuk mendapatkan jenis tanah dan klasifikasi tanah, penurunan tanah serta mencari solusi untuk mengatasi penurunan tanah yang terjadi.

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Studi kepustakaan, yaitu pengumpulan data-data dari literatur-literatur dan internet tentang cara mengatasi penurunan tanah.
- b. Observasi lapangan, yaitu pengamatan di lapangan beberapa ruas jalan yang mengalami amblesan (penurunan tanah).
- c. Wawancara dengan pemuka masyarakat sekitar lokasi terkait kondisi jalan yang mengalami amblesan.

Lokasi pengambilan data titik bor (gambar 1):

- a. Lokasi 1, di daerah Jl. Raya Singkawang-Bengkayang, Bukit Serayan, Kec. Samalantan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat 79281
- b. Lokasi 2, di daerah Jl. Bambang Ismoyo 38, Bumi Amas, Kec. Bengkayang, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat 79212



Gambar 1: Lokasi data titik bor

Teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi data lapangan dan data laboratorium untuk mendapatkan:

1. Konsolidasi dan Penurunan Tanah

Proses konsolidasi terjadi ketika air keluar dari pori tanah, menyebabkan tanah menjadi jenuh penuh dan menyusut perlahan-lahan. Proses ini berakhir ketika kelebihan tekanan air pori telah hilang. Permukaan tanah memampat saat beban di atasnya [6]. Untuk menghitung tingkat penurunan tanah, gunakan rumus berikut:

$$S_c = C_c \frac{H_0}{1 + e_0} \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- Sc = Penurunan tanah (m)
- H = Tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi (m)
- Cc = Indeks pemampatan
- eo = Angka pori tanah
- Po = Tegangan *Overburden Efektif*
- Δp = Penambahan beban *vertikal*

2. Tegangan *Overburden Efektif* (Po)

Tegangan overburden efektif didefinisikan sebagai tegangan vertikal efektif dari tanah asli yang disebabkan oleh beban atau lapisan tanah di atas titik tanah asli [7]. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung tegangan overburden efektif:

$$Po = \gamma' + H \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- γ' = Berat volume tanah efektif (γsat - γw) (t/m³)
- H = Tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi (m)

3. Distribusi Tegangan Tanah (Δp)

Tambahan tegangan yang disebabkan oleh beban tambahan di atas tanah di tengah lapisan dikenal sebagai distribusi tegangan tanah [8]. Perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta p = q_0 \cdot I \dots\dots\dots(3)$$

$$q_0 = \gamma_{\text{timbunan}} \cdot H \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- Δp = Besar distribusi tegangan
- q₀ = Beban timbunan
- γ_{timbunan} = Berat volume tanah timbunan (t/m³)
- H = Tinggi timbunan *preloading* (m)
- I = Faktor pengaruh, dihitung dengan persamaan:

$$I = \frac{1}{\pi} \frac{(a+b)}{a} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{b}{a} (\alpha_2) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- a = Panjang horizontal kemiringan timbunan (m)
- b = Lebar setengah timbunan (m)
- α₁ = [tan⁻¹ {(a+b)/z} - tan⁻¹ (b/z)] (radian)
- α₂ = [tan⁻¹ (b/z)] (radian)

4. Analisa Data Menggunakan *Software* MathCad 12

Perhitungan dengan menggunakan *software* MathCad 12 dilakukan dengan tujuan sebagai perbandingan antara perhitungan manual dan perhitungan dengan menggunakan bantuan *software* MathCad 12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data lapisan tanah didapatkan dari dua lokasi titik pengambilan data hasil pengeboran, titik SB.01/BH01 dan titik SB.02/BH02.

Bore Hole 1



PEKERJAAN : Kajian Subsiden Untuk Perbaikan Tanah
Studi Kasus Kota Bengas yang

LOKASI :
Tanggal Mulai : 07.12.2022
Tanggal Selesai : 08.12.2022

Miner Log Standard Penetration Test
ASTM Method D 1586-03

DEPTH (ft)	DEPTH (m)	PENETRATION (blows/30cm)	N-VALUE			STANDARD PENETRATION TEST (blows/30cm)
			N ₆₀	N ₁₀₀	N ₁₅₈	
0.00	0.00					
0.30	0.30					
0.60	0.60		2	2	4	
0.90	0.90	X				
1.20	1.20		13	20	40	
1.50	1.50	X				
1.80	1.80		15	21	30	5
2.10	2.10	X				
2.40	2.40		9	>	>	15
2.70	2.70	X				
3.00	3.00		10	>	>	15
3.30	3.30	X				
3.60	3.60					
3.90	3.90					
4.20	4.20					
4.50	4.50					
4.80	4.80					
5.10	5.10					
5.40	5.40					
5.70	5.70					
6.00	6.00					
6.30	6.30					
6.60	6.60					
6.90	6.90					
7.20	7.20					

Soil Log:
 0.00 - 0.30 m: Lemp. lempur dan pasir ke. Co. hitam
 0.30 - 0.60 m: Lemp. lempur Co. hitam
 0.60 - 0.90 m: Lemp. lempur ke. abu-abu
 0.90 - 1.20 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 1.20 - 1.50 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 1.50 - 1.80 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 1.80 - 2.10 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 2.10 - 2.40 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 2.40 - 2.70 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 2.70 - 3.00 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 3.00 - 3.30 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 3.30 - 3.60 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 3.60 - 3.90 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 3.90 - 4.20 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 4.20 - 4.50 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 4.50 - 4.80 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 4.80 - 5.10 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 5.10 - 5.40 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 5.40 - 5.70 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 5.70 - 6.00 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 6.00 - 6.30 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 6.30 - 6.60 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 6.60 - 6.90 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam
 6.90 - 7.20 m: Lemp. batuan alu + pasir ke. lemp. hitam

Bore Hole 2



Deskripsi Lapisan Tanah Hasil Boring

Tabel 1 dan 2 menunjukkan kondisi profil lapisan tanah hasil pengeboran untuk setiap titik bor. Selanjutnya, sampel yang diperoleh dari hasil pengeboran dibawa ke laboratorium untuk diuji untuk sifat-sifat fisis dan mekanis, dan hasilnya dirangkum dalam Tabel 3 dan 4.

Tabel 1. Deskripsi Lapisan Pada Titik SB.01/BH01

Depth	Variasi N N avrg	Jenis Lapisan Tanah dan Batuan
0,00 – 1,00	2 - 6 N avrg= 4 $\gamma = 30$ qu= 6,2	Lempung lanau kuning kecoklatan
2,00 – 3,00	20 - 60 N avrg= 40 $\gamma = 31$ qu= 6,5	Lempung lanau coklat kuning ke abu-abuan
4,00 – 12,00	30 - 72 N avrg= 51 $\gamma = 25$ qu= 8,5	Lempung batu abu-abu putih kekuningan

Tabel 2. Deskripsi Lapisan Pada Titik SB.02/BH02

Depth	Variasi N N avrg	Jenis Lapisan Tanah dan Batuan
0,00 – 3,00	10 - 34 N avrg= 22 $\gamma = 25$ qu= 5,5	Lempung lanauan kuning
4,00 – 7,00	13 - 39 N avrg=26 $\gamma = 28$ qu= 6,8	Lempung lanauan coklat ke kuning-kuningan
8,00 – 12,00	27 - 73 N avrg= 50 $\gamma = 48$ qu= 12,2	Lempung batu abu-abu putih kecoklatan

Menurut kedua profil log bor yang ditemukan di lokasi penyelidikan, ringkasan dan analisis susunan lapisan tanah dilakukan sebagai berikut:

1. Lapisan pertama sampai kedalaman 3 m rata-rata terdiri dari tanah lempung lanauan kuning keabu-abuan dengan sisipan tipis pasir halus. Lapisan ini memiliki plastisitas medium dan nilai SPT berkisar antara 2 dan 34, dengan N rata-rata 22. Dibandingkan dengan lapisan lain yang ditemukan di lokasi penyelidikan tanah, lapisan ini adalah yang paling lunak.
2. Lapisan kedua, dengan kedalaman 4-7 m, terutama terdiri dari tanah lempung lanauan sampai lanau lempungan dengan sisipan tipis pasir halus. Lapisan padat memiliki plastisitas medium yang kaku dan nilai SPT rata-rata berkisar antara 13 dan 39, dengan N = 26.
3. Pada kedalaman 8–12 m, lapisan lempung batu abu-abu putih kekuningan dan putih kecoklatan ditemukan, termasuk lapisan keras dan padat. Nilai SPT rata-rata berkisar antara 27 dan 73, dan N minimal adalah 50.
4. Pada kedua titik bor, lapisan yang sangat padat dan sangat keras ditemukan pada kedalaman mulai 4 m hingga 12 m. Lapisan harus minimal 4 m tebal dan memiliki nilai SPT N setidaknya 50. Lapisan ini terbuat dari tanah batuan lempungan yang sangat keras dan tersementasi.

Berdasarkan uraian analisa di atas, dapat disimpulkan bahwa lapisan keras dan sangat padat dideskripsikan sebagai lapisan batuan lempungan putih kekuningan dan kecoklatan bercampur butiran kasar dijumpai pada kedalaman mulai 4 meter di titik bor SB.01/BH01 dan 8 meter di titik bor SB.02/BH02.

Analisa Data

Tabel 3. Deskripsi Penurunan Lapisan Pada Titik SB.01/BH01

Lapisan	Depth (m)	Jenis Lapisan Tanah dan Batuan	N	Cc	Ho (m)	e _o	Po	ΔP	Sc	
							Gr/cm ²	kN/m ²	(cm)	(m)
1	0,00 – 1,00	Lempung lanau	4	0,195	1,00	0,9	30	4,2	0,584	0,0058
2	2,00 – 3,00	Lempung lanau	40	0,195	1,00	0,9	31	1,6	0,224	0,0022
3	4,00 – 12,00	Lempung batu	51	0,195	8,00	0,9	200	13,4	2,312	0,0231

Lapisan pertama, Sc = 0,6 cm

Lapisan kedua, Sc = 0,2 cm

Lapisan ketiga, Sc = 2,3 cm

Tabel 4. Diskripsi Penurunan Lapisan Pada Titik SB.02/BH02

Lapisan	Depth	Jenis Lapisan Tanah dan Batuan	N	Cc	Ho (m)	e _o	Po	ΔP	Sc	
	(m)						Gr/cm ²	kN/m ²	(cm)	(m)
1	0,00 – 3,00	Lempung lanauan	22	0,215	3,00	0,9	75	32.3	5,280	0,528
2	4,00 – 7,00	Lempung lanauan	26	0,215	3,00	0,9	84	4,2	0,719	0,072
3	8,00 – 12,00	Lempung batu	50	0,215	4,00	0,9	192	2,4	0,244	0,024

Lapisan pertama, Sc = 5,3 cm

Lapisan kedua, Sc = 0,7 cm

Lapisan ketiga, Sc = 0,2 cm

Pada lapisan pertama lokasi titik bor SB.01/BH01, terjadi penurunan 0,6 cm; pada lapisan kedua terjadi penurunan 0,2 cm; dan pada lapisan ketiga terjadi penurunan 2,3 cm. Pada lapisan kedua, terjadi penurunan 5,3 cm; pada lapisan kedua terjadi penurunan 0,7 cm; dan pada lapisan ketiga terjadi penurunan 0,2 cm. Jumlah penurunan total pada lokasi titik bor SB.02/BH02 adalah 6,2 cm, menurut hasil analisis data.

Analisa Data Menggunakan Software MathCad 12

Dalam perhitungan penurunan lapisan tanah pada lokasi penelitian ini dilakukan hanya pada lokasi titik bor SB.02/BH02 dengan menggunakan software MathCad versi 12.

Penurunan Konsolidasi pada Lapisan Lempung

H = 12 m MAT = 5 m di bawah muka tanah

H₁ = H/4 = 3 m

Lapisan lempung dibagi menjadi 4 lapis

Tekanan *overburden* efektif di tengah lapisan lempung:

$$\sigma_{o1} = \frac{H_1}{2} \cdot \gamma = 2,55 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{o1} = H_1 \cdot \gamma + \frac{H_1}{2} \cdot \gamma = 7,65 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{o1} = MAT \cdot \gamma + (2H_1 - MAT) \cdot (\gamma_{sat} - \gamma_w) + \frac{H_1}{2} \cdot (\gamma_{sat} - \gamma_w) = 11,25 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{o1} = MAT \cdot \gamma + (2H_1 - MAT) \cdot (\gamma_{sat} - \gamma_w) + H_1 \cdot (\gamma_{sat} - \gamma_w) + \frac{H_1}{2} \cdot (\gamma_{sat} - \gamma_w) = 14,55 \text{ ton/m}^2$$

Tambahan tekanan vertical pada lapisan lempung di bawah pusat fondasi akibat beban terbagi rata:

Metode 2 : 1
$$\Delta\sigma = \frac{q \cdot B \cdot L}{\{(B+z)(L+z)\}}$$

$$z_1 = \frac{H_1}{2} = 1,5 \text{ m}$$

$$\Delta\sigma_1 = \frac{q \cdot B \cdot L}{\{(B + z_1)(L + z_1)\}} = 0,604 \text{ ton/m}^2$$

$$z_2 = H_1 + \frac{H_1}{2} = 4,5 \text{ m}$$

$$\Delta\sigma_2 = \frac{q \cdot B \cdot L}{\{(B + z_2)(L + z_2)\}} = 0,196 \text{ ton/m}^2$$

$$z_3 = H_1 + H_1 + \frac{H_1}{2} = 7,5 \text{ m}$$

$$\Delta\sigma_3 = \frac{q \cdot B \cdot L}{\{(B + z_1)(L + z_1)\}} = 0,099 \text{ ton/m}^2$$

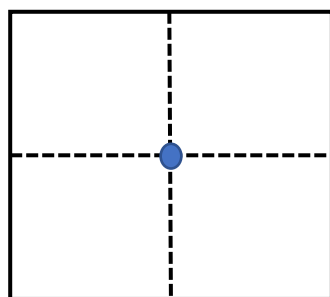
$$z_4 = H_1 + H_1 + H_1 + \frac{H_1}{2} = 10,5 \text{ m}$$

$$\Delta\sigma_4 = \frac{q \cdot B \cdot L}{\{(B + z_1)(L + z_1)\}} = 0,06 \text{ ton/m}^2$$

Penurunan Elastis pada Lapisan Lempung

Metode Bowles, 1982

Penurunan elastis di tengah-tengah fondasi: $S_i = q_o \cdot B' \cdot \frac{1-\mu_s^2}{E_s} \cdot I_f$



B1

L1

Bila diasumsikan lapisan lempung berada mulai dari bawah dasar fondasi:

$$L_1 = \frac{L}{2} = 0,5 \text{ m}$$

$$B_1 = \frac{B}{2} = 3 \text{ m}$$

$$N = \frac{H}{B_1} = 4 \text{ m}$$

$$M = \frac{L_1}{B_1} = 0,167 \text{ m}$$

Ditinjau penurunan di tengah bentang menjadi $4 \cdot I_f$

$$I_f = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ M \cdot \ln \left[\frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1}) \cdot \sqrt{M^2 + N^2}}{M \cdot (1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} \right] + \ln \left[\frac{(M + \sqrt{M^2 + 1}) \cdot \sqrt{1 + N^2}}{M + (1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} \right] \right\} = 0,159$$

$$S_e = q \cdot B_1 \cdot \frac{1 - \mu^2}{E} (4 \cdot I_f) = 1,779 \text{ mm}$$

Perhitungan Penurunan Jalan Kelas III Kecamatan Samalantan, Bengkulu

Data:

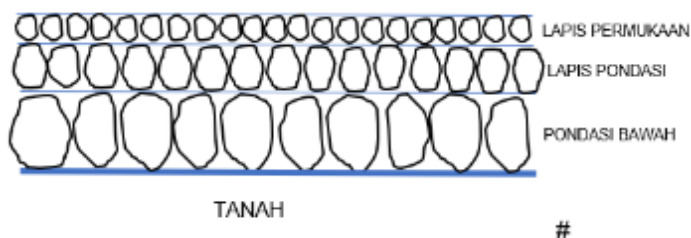
Jalan Kelas III: $P = 8 \text{ ton}$

$B = 6 \text{ m}$ $L = 1 \text{ m}$

$\gamma_{aspal} = 2,3 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$

$\gamma_{batu \text{ pecah}} = 1450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\gamma_{kerikil} = 1800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$



$$q_{jalan} = (\gamma_{aspal} \cdot B \cdot 5 \text{ cm} + \gamma_{batu \text{ pecah}} \cdot B \cdot 15 \text{ cm} + \gamma_{kerikil} \cdot B \cdot 10 \text{ cm}) \cdot 1 \text{ m} = 3,319 \text{ ton}$$

$$q = \frac{q_{jalan+P}}{B.L} = 1,887 \text{ ton/m}^2$$

Lempung:

$$\begin{aligned} \mu &= 0,4 & \gamma &= 1,7 \text{ ton/m}^2 & MAT &= -5 \text{ m} \\ e_o &= 0,6 & \gamma_{sat} &= 2,2 \text{ ton/m}^2 \\ E &= 1700 \text{ ton/m}^2 & \gamma_w &= 1 \text{ ton/m}^2 \\ Cc &= 0,113 \end{aligned}$$

Lebar jalan 6 m, maka penurunan yang ditinjau diambil 1,5-B: H= 2B= 12m

Perubahan angka pori (Δ_e):

$$\begin{aligned} \Delta_{e1} &= Cc \cdot \log \left(\frac{\sigma_{o1} + \Delta\sigma_1}{\sigma_{o1}} \right) = 0,01 & \Delta_{e3} &= Cc \cdot \log \left(\frac{\sigma_{o3} + \Delta\sigma_3}{\sigma_{o3}} \right) = 4,284 \times 10^{-4} \\ \Delta_{e2} &= Cc \cdot \log \left(\frac{\sigma_{o2} + \Delta\sigma_2}{\sigma_{o2}} \right) = 1,242 \times 10^{-3} & \Delta_{e4} &= Cc \cdot \log \left(\frac{\sigma_{o4} + \Delta\sigma_4}{\sigma_{o4}} \right) = 2,008 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

Perubahan Konsolidasi: $S_c = \frac{\Delta_e}{1+e_o} H$

$$\begin{aligned} S_{c1} &= \frac{\Delta_{e1}}{1+e_o} H_1 = 19,551 \text{ mm} & S_{c3} &= \frac{\Delta_{e3}}{1+e_o} H_1 = 0,804 \text{ mm} \\ S_{c2} &= \frac{\Delta_{e2}}{1+e_o} H_1 = 2,328 \text{ mm} & S_{c4} &= \frac{\Delta_{e4}}{1+e_o} H_1 = 0,376 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_c = S_{c1} + S_{c2} + S_{c3} + S_{c4} = 23,059 \text{ mm}$$

$$S_{total} = S_e + S_c = 24,838 \text{ mm} < 15 \text{ cm} + \frac{B}{600} = 160 \text{ mm}$$

Total penurunan fondasi yang diizinkan 15cm+B/600 (SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik).

KESIMPULAN

Lapisan tanah dasar pada kedua titik pengeboran didominasi oleh lempung lanauan dan lanau lempungan dengan disisipi tipis pasir halus sampai lapisan lempung batu padat dan sangat keras pada kedalaman 8 – 12 m. Total penurunan pada lokasi titik bor SB.01 sebesar 3,1 cm dan pada titik bor SB.02 sebesar 6,2 cm. Disarankan agar dilakukan perawatan berkala untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar pada area ruas jalan tersebut dengan fungsi dan kelas jalan yang digunakan bagi kebijakan pemerintah Kabupaten Bengkayang.

REFERENSI

- [1] Barkah, A., & Sulistyawati, R. (2021). Kajian Tanah Amblas Pada Ruas Jalan Menuju TPA Wilhar Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas. *ECAMATAN. Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah di Bidang Teknik*, 22(2), 12-23. file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/420-545-1-SM%20(2).pdf

-
- [2] Nur Humam, A. D. D. I. B., & Noviardi, A. (2011). Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Ronggowarsito Kota (Ronggowarsito Road Betterment Design at Semarang Downtown) (Doctoral dissertation, F. TEKNIK UNDIP). [http://eprints.undip.ac.id/34486/6/2199 CHAPTER_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34486/6/2199%20CHAPTER_II.pdf)
- [3] Azizi, A., & Salim, M. A. (2020). Kajian Penyebab Jalan Ambles Pada Ruas Jalan Banjarparakan-Menganti Kabupaten Banyumas. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 21(1), 11-20. <https://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/Techno/article/view/5533>
- [4] <https://ruai.tv/bengkayang/rusak-berat-jalan-kabupaten-di-desa-rantau-bengkayang/>
- [5] Priyono, M.J.T.S.Z. (2016). Metode penelitian kuantitatif. *Sidoarjo: Zifatma Publishing*
- [6] Hardiyatmo, Christady. (2003). Mekanika Tanah II Jilid III. Jogjakarta: Gajah Mada University Press.
- [7] Prihatin, K., Ahmad, R., & Alhuda, B. (2022). Analisa Penurunan Konsolidasi Dengan Metode Preloading Kombinasi Pvd Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan–Samarinda Sta 47+ 300. *JURNAL INERSIA*, 14(1), 1-15. <http://ejurnal.polnes.ac.id/index.php/inersia/article/view/371>
- [8] Susiazti, H., Widiastuti, M., & Widayati, R. (2020). Analisis Penurunan Konsolidasi Metode Preloading Dan Prefabricated Vertical Drain (PVD). *Teknologi Sipil*, 4(1), 1-8. <https://ocs.unmul.ac.id/index.php/TS/article/view/4924>