

Usulan Penyelesaian Masalah Rekayasa Tanah untuk Jalan dan Gedung di Atas Tanah Ekspansif Studi Kasus Surabaya Barat

Samuel Giovanni, Indrasurya B. Mochtar, dan Noor Endah Mochtar

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: indrasurya@ce.its.ac.id

Abstrak—Tanah ekspansif merupakan salah satu jenis tanah bermasalah yang paling sering ditemui di Indonesia. Tingginya kemampuan kembang susut saat mengalami perubahan kadar air merupakan sifat yang menonjol pada tanah ekspansif. Dalam kondisi basah, volume tanah ekspansif akan bertambah dan sebaliknya di saat kering, volume tanah ekspansif akan mengecil. Perubahan volume inilah yang sering menyebabkan kerusakan pada bangunan sipil yang berdiri di atas tanah ekspansif. Surabaya Barat juga mengalami masalah akibat tanah ekspansif, oleh karena itulah dibutuhkan suatu alternatif usulan penyelesaian untuk menyelesaikan masalah ini. Kontur tanah Surabaya Barat yang naik turun menyerupai bukit dan lembah membuat perencanaan perbaikan tanah untuk jalan dan gedung di 2 jenis lokasi tersebut menjadi berbeda. Hal ini disebabkan karena, daerah lembah akan sangat mungkin tergenang air pada saat musim penghujan dikarenakan air hujan secara langsung maupun air hujan yang mengalir dari bukit, oleh karena itu digunakan metode *Keep it Wet* untuk setiap perencanaan yang dilakukan. Sedangkan di daerah bukit tidaklah demikian, pembasahan hanya terjadi di daerah permukaan karena sifat alami air yang mengalir ke tempat yang lebih rendah menyebabkan tidak mungkinnya terjadi genangan. Namun tetap dibutuhkan perencanaan untuk memastikan agar tidak mempengaruhi kadar air dalam tanah di atas bukit. Oleh karena itu pada perencanaan di Bukit, digunakan metode *Keep it Dry*. Dalam Studi ini penulis telah membandingkan 2 alternatif untuk tiap kondisi. Didapatkan melalui Studi ini bahwa alternatif terbaik berdasarkan biaya untuk Perencanaan Perbaikan Tanah untuk Jalan di Bukit adalah Penggunaan Geomembran pada Parit; Jalan di Lembah adalah Penggunaan Geomembran di Bawah Badan Jalan; Rumah di Bukit dan Lembah adalah Penggunaan Geomembran di sekeliling rumah.

Kata Kunci—Tanah Ekspansif, Rekayasa Tanah Ekspansif, *Keep it Wet*, *Keep it Dry*, Surabaya Barat.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

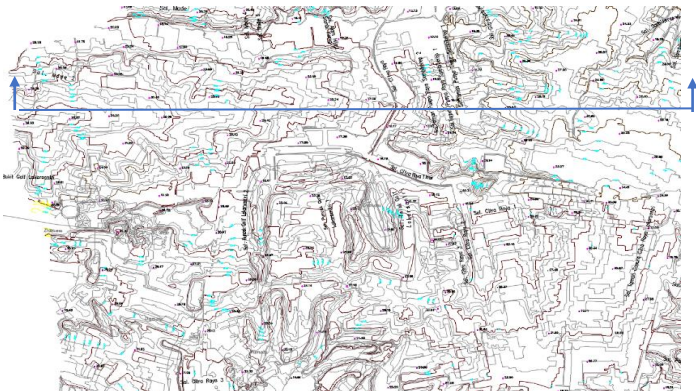
PENINGKATAN pembangunan infrastruktur di Indonesia, terutama di daerah perkotaan mengakibatkan sulitnya mencari lahan yang memadai. Pembangunan jalan dan perumahan sedang banyak dilakukan baik oleh pemerintah

maupun developer. Tentunya daerah dengan tanah yang baik merupakan sasaran utama lokasi pembangunan. Namun seiring dengan berjalannya waktu, lahan dengan tanah yang baik semakin sedikit sehingga perencanaan konstruksi bangunan sipil di kondisi tanah yang buruk tidaklah jarang dijumpai di Indonesia. Salah satu contoh kondisi tanah yang buruk adalah tanah ekspansif.

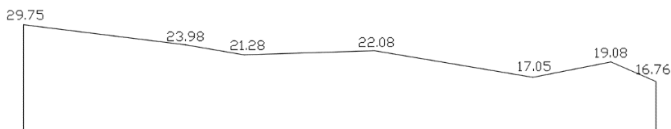
Tanah ekspansif merupakan salah satu jenis tanah bermasalah yang paling sering ditemui di Indonesia. Tingginya kemampuan kembang susut saat mengalami perubahan kadar air merupakan sifat yang menonjol pada tanah ekspansif. Dalam kondisi basah, volume tanah ekspansif akan bertambah/mengembang dan sebaliknya di saat kering, volume tanah ekspansif akan mengecil/menyusut. Perubahan volume inilah yang sering menyebabkan kerusakan pada bangunan sipil yang berdiri di atas tanah ekspansif.

Surabaya Barat sebagai salah satu pusat utama dari pembangunan di Surabaya tidak lepas dari masalah tanah ekspansif dimana banyak ditemui jalan-jalan yang bergelombang dan lantai rumah yang rusak, terutama di saat pergantian musim. Kondisi ini tentu saja sangat mengkhawatirkan mengingat Surabaya Barat akan menjadi pusat pembangunan di Surabaya. Oleh karena itulah dibutuhkan suatu alternatif usulan penyelesaian untuk menyelesaikan masalah tanah ekspansif yang dipergunakan untuk jalan dan gedung di Surabaya Barat.

Kontur tanah yang naik turun menyerupai bukit dan lembah sering dijumpai di daerah perumahan Citraland. Hal ini tentu saja membuat perencanaan perbaikan tanah untuk konstruksi jalan dan gedung di daerah bukit dan lembah akan menjadi berbeda. Daerah lembah akan lebih mudah tergenang air di saat musim hujan, yang bukan hanya disebabkan oleh air hujan yang turun namun juga muka air tanah yang naik. Daerah bukit tidak terlalu dipengaruhi oleh muka air tanah karena elevasinya yang lebih tinggi, namun harus melakukan perencanaan parit dan perlindungan talud. Parit dibutuhkan agar pada saat hujan datang, air yang jatuh ke permukaan tanah langsung segera dialirkan ke bawah sedangkan perlindungan talud dilakukan dengan tujuan agar pada saat musim hujan tidak terjadi kelongsoran pada daerah lereng.



Gambar 1 Kontur Tanah di Perumahan Citraland, Surabaya Barat



Gambar 2 Sketsa Potongan Melintang Kontur

Studi ini akan membahas tentang alternatif perbaikan/rekayasa tanah ekspansif untuk jalan dan pondasi dangkal di Surabaya Barat. Hasil dari perencanaan studi ini akan dapat dijadikan referensi untuk perbaikan tanah dan jenis pondasi dalam pembangunan jalan dan rumah di Surabaya Barat.

B. Rumusan Masalah

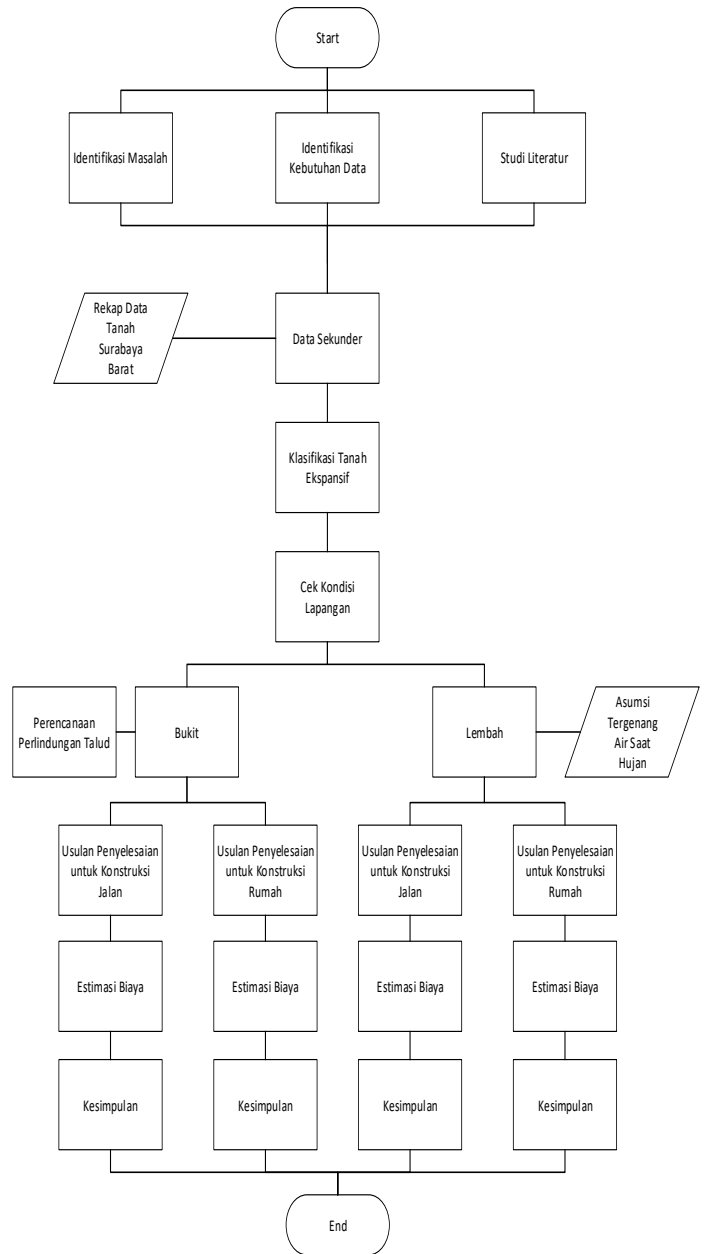
1. Apa klasifikasi tanah di wilayah studi menurut USCS dan AASHTO?
2. Berapakah harga aktivitas tanah (A) yang menyebabkan sifat kembang susut?
3. Apa usulan penyelesaian perbaikan/rekayasa tanah kembang susut untuk konstruksi jalan yang berada di daerah lembah dan bukit?
4. Bagaimana sistem perbaikan/pengamanan talud atau lereng dari tanah yang kembang susut?
5. Apa usulan perbaikan/rekayasa tanah kembang susut untuk konstruksi rumah (pondasi) di daerah bukit dan lembah?
6. Apa usulan perbaikan/rekayasa tanah untuk jalan dan rumah di Surabaya Barat yang paling efisien untuk di daerah bukit dan lembah?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada Studi ini adalah:

1. Tidak membahas perhitungan bangunan jalan
2. Tidak membahas perhitungan bangunan gedung
3. Data-data yang digunakan diambil dari Surabaya Barat khususnya Kompleks Citraland
4. Sebagian besar data tanah merupakan data sekunder.
5. Daerah Lembah diasumsikan tergenang air saat musim hujan.
6. Tidak Merencanakan Sistem Drainase Perumahan.

II. METODOLOGI



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data Tanah

Data tanah yang digunakan pada perencanaan ini ada 2 yaitu BH-1 dan BH-2. Kedua data tersebut memiliki nilai parameter yang relatif sama maka pada perencanaan ini kedua data tersebut akan dirata-rata yang kemudian akan ditabulasikan pada Tabel 1 Data tersebut kemudian akan diklasifikasikan menggunakan peraturan USCS dan AASHTO. Hasil klasifikasi dapat lebih jelas dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Nilai Rata-rata Parameter Data Tanah

Jenis Pengujian	Satuan	Kedalaman					
		0-8,0 m	8,0-13,0m	13,0-18,0m	18,0-25,5m	25,5-45,5m	45,5m-60,5m
Indeks Properti							
Kadar Air (wc)	%	41.575	40.17	40.9	39.695	38.42	36.28
Gs		2.598	2.6505	2.6625	2.6025	2.688	2.712
Berat Vol. Basah (ysat)	KN/m ³	16.78	17.155	17.305	17.32	17.68	18.06
Berat Vol. Kering (yd)	KN/m ³	11.015	11.485	11.7	11.88	12.23	12.77
Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)							
Kohesi (Cu)	KN/m ²	25	50.5	82.5	90	91	153
Grain Size							
Lolos Ayakan no. 200	%	91.555	92.47	91.45	92.43	92.11	91.21
Komposisi Lempung	%	74.665	73.225	75.505	75.38	72.94	75.3
Atterberg Limit							
Batas Cair (LL)	%	64.56	64.685	65.385	65.35	64.53	63.54
Batas Plastis (PL)	%	32.145	30.75	32.13	31.43	33.15	33.47
Indeks Plastisitas (PI)	%	32.415	33.935	33.255	33.92	31.38	30.07
Klasifikasi Tanah Menurut USCS		CH	CH	CH	CH	CH	CH
Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO		A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5

Tabel 2
Peraturan USCS

Tanah berbutir kasar: ≥ 50% butiran terhalus saringan No. 200	Kerikil 50% fraksi kasar terhalus saringan No. 4	Kerikil berkil (banyak kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
Tanah berbutir halus: 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung, batas cair ≤ 50%	ML	CL	OL	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.			<p>Batas Cair (%)</p> <p>Garis A: PI = 0.73 (LL-20)</p>									
					<p>Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488</p>												

Sumber : Hary Christady, 1996.

Tabel 3
Peraturan AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)								
	A-1	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Klasifikasi kelompok	A-1	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos)									
No.10	Maks 50	Maks 50	Maks 50	Min 51	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
No.40	Maks 30	Maks 30	Maks 30	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
No.200	Maks 15	Maks 15	Maks 15	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40									
Batas Cair (LL)					Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41	Min 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6			NP	Maks 10	Min 10	Maks 10	Min 11	Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir			Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik								
Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)									
Klasifikasi umum	A-4	A-5	A-6	A-7					
Klasifikasi kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7					
Analisis ayakan (% lolos)									
No.10	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36					
No.40									
No.200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36					
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40									
Batas Cair (LL)	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41					
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 10	Maks 10	Maks 10	Maks 11					
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau			Tanah berlempung					
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek								

Sumber: Das (1995).

B. Perilaku Tanah di Wilayah Studi

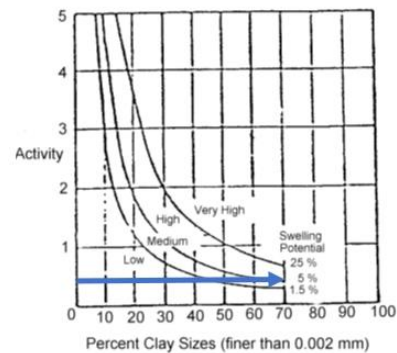
Pada perhitungan ini digunakan metode perhitungan Skempton yang menggunakan data Indeks Plastisitas dan Besar Fraksi Lempung pada Tanah.

$$Aktivitas (A) = \frac{IP}{\% Lempung}$$

Dimana: %Lempung = 74,39%

IP = 32,17%, maka

$$Aktivitas (A) = \frac{32,17}{74,39} = 0.43$$



Gambar 3. Identifikasi Potensi Pengembangan Metode Skempton

Didapatkan bahwa tanah ekspansif di Citraland termasuk dalam kategori tanah yang memiliki potensi mengembang tinggi sehingga memerlukan usulan penyelesaian perbaikan tanah untuk tanah ekspansif di bawah konstruksi jalan dan rumah.

C. Perencanaan Perlindungan Talud

Pada studi ini akan direncanakan penggunaan geomembrane untuk melindungi talud. Talud yang perlu untuk dilindungi adalah talud yang berada di dekat dengan

konstruksi dan talud yang tidak stabil ($SF < 1,5$). Untuk mengetahui kestabilan talud digunakan program bantu seperti Xstable, Geosolope, dsbnya untuk melakukan analisa stabilitas.



Apabila ditemukan di lapangan bahwa terdapat talud yang berada di dekat konstruksi jalan ataupun rumah dan memiliki kemiringan yang curam/ $SF < 1,5$ maka seperti terlihat pada Gambar 4.3, talud akan dibagi menjadi beberapa lapisan dengan ketebalan lapisan sebesar 20cm. Kemudian padatkan tanah talud di tiap lapisan tersebut kemudian tutup dengan geomembrane, lalu tutup geomembrane dengan sirtu kemudian ditutup lagi dengan tanah yang memiliki plastisitas rendah.

D. Usulan Penyelesaian

Pada prinsipnya, untuk menyelesaikan permasalahan tanah ekspansif adalah dengan cara menjaga agar kadar air di dalam tanah dalam kondisi yang konstan. Ada banyak alternatif yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan tanah ekspansif seperti dapat dilihat pada **Sub Bab 2.8**. Namun pada Studi ini tidak semua perencanaan dapat dilakukan secara efektif di semua tempat. Hal ini disebabkan kontur tanah Citraland naik turun menyerupai bukit dan lembah sehingga menyebabkan perencanaan perbaikan tanah ekspansif untuk jalan dan rumah di kedua tempat ini menjadi berbeda.

1. Usulan Penyelesaian di Bukit

Bukit pada Studi ini dimaksudkan dengan daerah yang memiliki elevasi lebih tinggi daripada daerah di sekitarnya dan nyaris tidak mungkin terjadi genangan air. Hal ini dikarenakan air hujan yang jatuh dari atas langsung mengalir ke daerah yang lebih rendah sesuai dengan sifat alami dari air. Kondisi ini menyebabkan pembasahan akibat air hujan hanya terjadi di permukaan saja, tidak sampai masuk ke dalam tanah. Melihat bahwa air hanya membasahi permukaan saja, maka pada perencanaan di bukit akan dilakukan perencanaan agar kondisi tanah dasarnya dalam kondisi kering sepanjang musim, yang bisa disebut dengan metode *Keep It Dry*. Metode ini dilakukan pada saat musim kemarau, dimana akibat panas sinar matahari maka air di dalam tanah akan menguap dan menyebabkan kondisi kadar air tanah berada dalam kondisi minimum. Beberapa alternatif yang dapat digunakan dengan metode ini adalah sebagai berikut:

1. Manajemen Air
2. Penggunaan Lapisan Kedap Air (Geomembran)
3. Penggantian Tanah Dasar
4. Stabilisasi Kapur untuk Jalan

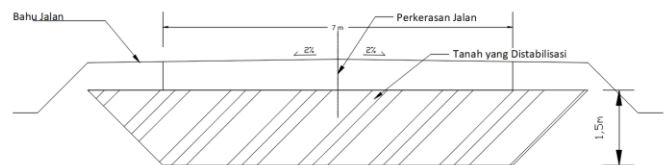
Pada perencanaan ini, untuk konstruksi jalan akan direncanakan dan dibandingkan antara Penggunaan Geomembran pada Parit serta Stabilisasi Kapur. Sedangkan untuk konstruksi rumah akan drenanakan dan dibandingkan

antara Penggantian Tanah Dasar dan Penggunaan Geomembran di sekeliling rumah.

a. Perencanaan Stabilisasi Kapur

Sebelum melakukan stabilisasi, perlu diketahui tentang kedalaman zona aktif tanah tersebut. Zona aktif adalah daerah dimana siklus dry wetting mempengaruhi perubahan kadar air yang terjadi di dalamnya. Pada umumnya, zona aktif yang terdapat dalam tanah berkisar antara 1 – 1,5m. Pada perencanaan ini akan dilakukan stabilisasi pada zona aktif dengan kedalaman 1,5m.

Besarnya kapur yang digunakan untuk stabilisasi berdasarkan Ingles & Metcalf (1972) berkisar antara 3-8%. Berdasarkan Sutikno dan Budi Damianto (2009), kadar kapur padam yang optimum berada pada besaran 6%. Oleh karena itu pada perencanaan ini akan digunakan kadar kapur sebesar 6% dari berat volume kering tanah.



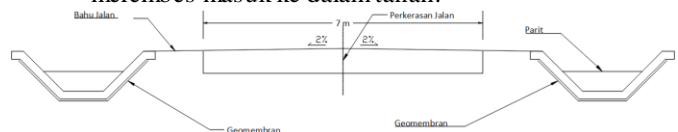
Gambar 4 Perencanaan Stabilisasi Kapur

Tabel 4 Estimasi Biaya Stabilisasi Kapur

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
I Material					
1	Kapur	kg	687960	Rp 950.00	Rp 653,562,000.00
II Sewa Peralatan					
1	Pemadatan Tanah	m ³	9	Rp 65,650.00	Rp 590,850.00
2	Biaya Menghampar dengan Finisher	jam		Rp 1,207,314.00	Rp 1,207,314.00
3	Road Mixing Plant	ton	687.96	Rp 105,630.00	Rp 72,669,214.80
Total Harga					Rp 728,029,378.80

b. Penggunaan Geomembran Pada Parit untuk Jalan

Berdasarkan pengamatan secara langsung, parit yang telah ada di daerah Citraland dapat secara baik mengalirkan air dari daerah bukit ke daerah lembah (tidak terjadi genangan air), sehingga pada perencanaan ini tidak melakukan perencanaan ulang untuk parit tapi menggunakan spesifikasi parit yang telah ada. Parit yang digunakan ini kemudian akan ditutup dengan Geomembran di bagian dasarnya. Geomembran ini bertujuan untuk melindungi tanah dari perubahan kadar air yang terjadi akibat air dari parit merembes masuk ke dalam tanah.



Gambar 5. Penggunaan Geomembran Pada Parit untuk Jalan

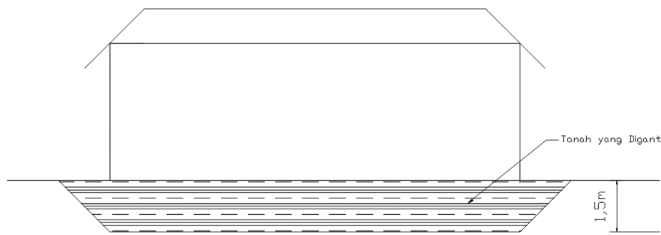
Tabel 5.

Estimasi Biaya Penggunaan Geomembran pada Parit untuk Jalan

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
I Pekerjaan Geomembran					
1	Pengadaan Geomembran 0,75 mm	m ²	2400	Rp 35,000.00	Rp 84,000,000.00
2	Pemasangan Geomembran 0,75 mm	m ²	2400	Rp 13,000.00	Rp 31,200,000.00
Total Harga					Rp 115,200,000.00

c. Perencanaan Penggantian Material Tanah Dasar untuk Rumah

Pada perencanaan ini, akan dilakukan penggantian material tanah dasar yang ekspansif dengan material tanah yang tidak ekspansif. Karena pada umumnya, perubahan kadar air terjadi di tanah bagian permukaan, sekitar 1-1,5 m dari permukaan tanah maka yang dilakukan penggantian material adalah hanya sampai kedalaman 1,5m tersebut.

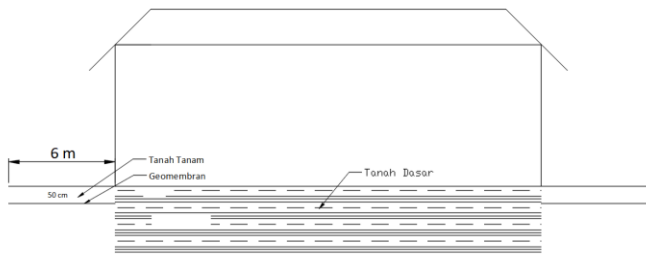


Gambar 6 Perencanaan Penggantian Tanah Dasar

Tabel 6 Estimasi Biaya Perencanaan Penggantian Tanah Dasar

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
I Pekerjaan Tanah					
1	Penggalian Tanah	m ²	300	Rp 90,325.00	Rp 27,097,500.00
2	Pengurangan Tanah dengan Pematatan	m ²	300	Rp 203,330.00	Rp 60,999,000.00
Total Harga					Rp 88,096,500.00

d. Penggunaan Geomembran di Sekeliling Rumah



Gambar 7. Perencanaan Penggunaan Geomembran di Sekeliling Rumah

Tabel 7.

Estimasi Biaya Perencanaan Penggunaan Geomembran di Sekeliling Rumah

Penggunaan Geomembran di Sekeliling Rumah (Pasir)					
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
I Pekerjaan Tanah					
1	Penggalian Tanah	m ³	60	Rp 90,325.00	Rp 5,419,500.00
2	Tanah Urug Katel	m ³	60	Rp 188,825.00	Rp 11,329,500.00
II Pekerjaan Geomembran					
1	Pengadaan Geomembran 0,75 mm	m ²	120	Rp 35,000.00	Rp 4,200,000.00
2	Pemasangan Geomembran 0,75 mm	m ²	120	Rp 13,000.00	Rp 1,560,000.00
Total Harga					Rp 22,509,000.00

2. Usulan Penyelesaian di Lembah

Lembah pada Studi ini dimaksudkan dengan daerah yang memiliki elevasi lebih rendah daripada daerah di sekitarnya dan sangat mungkin untuk terjadi genangan air. Hal ini dikarenakan daerah lembah menerima air hujan yang jatuh dari atas serta air yang mengalir dari daerah bukit. Kondisi ini menyebabkan pembasahan akibat air hujan berdampak hingga beberapa meter di bawah permukaan tanah. Hal ini akan menyebabkan

kerusakan struktural yang cukup parah apabila tanah mengalami pengeringan akibat perubahan cuaca. Oleh karena itu pada perencanaan di lembah, tanah akan diusahakan tetap dalam kondisi jenuh, atau yang juga disebut dengan metode Keep It Wet. Perencanaan menggunakan metode ini dilakukan pada saat akhir musim penghujan, dimana kondisi kadar air tanah berada dalam kondisi jenuh. Beberapa alternatif yang dapat digunakan dengan metode ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan Timbunan di Bawah Konstruksi
2. Penggantian Tanah Dasar
3. Penggunaan Geomembran
4. Stabilisasi Kapur untuk Jalan

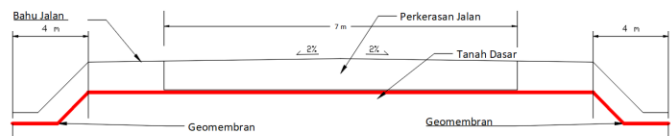
Pada Studi ini, untuk konstruksi jalan akan direncanakan dan dibandingkan antara Penggunaan Geomembran di Bawah Jalan serta Stabilisasi Kapur. Sedangkan untuk konstruksi rumah akan direncanakan dan dibandingkan antara Penggunaan Timbunan di Bawah Rumah dan Penggunaan Geomembran di sekeliling rumah.

a. Perencanaan Stabilisasi Kapur

Perencanaan Stabilisasi Kapur di Lembah sama dengan perencanaan di Bukit.

b. Penggunaan Geomembrane di Bawah Konstruksi Jalan

Pada daerah lembah, akan lebih mudah tergenang air dikarenakan akibat air hujan yang turun dari bukit, selain itu juga diakibatkan naiknya muka air tanah. Karena kondisi yang demikian maka perencanaan geomembrane ini akan berbeda dengan perencanaan Geomembran di daerah bukit. Pada perencanaan geomembran ini, posisi geomembran akan diletakkan di bawah perkerasan jalan seperti pada Gambar 8 dengan tujuan untuk mengantisipasi apabila terjadi retak pada perkerasan di jalan yang dapat menyebabkan air merembes masuk ke dalam tanah. Selain di bawah perkerasan jalan, geomembrane akan dipanjangkan secara horizontal sejauh 4m dari bahu jalan. Hal ini bertujuan agar, pada saat terjadi siklus pengeringan dan pembasahan, yang mengalaminya hanya tanah yang berada di tepi geomembran. Pengerjaan dilakukan di akhir musim penghujan di saat tanah berada dalam kondisi jenuh.



Gambar 8. Penggunaan Geomembran di Bawah Konstruksi Jalan

Tabel 8.

Estimasi Biaya Penggunaan Geomembran di Bawah Konstruksi Jalan

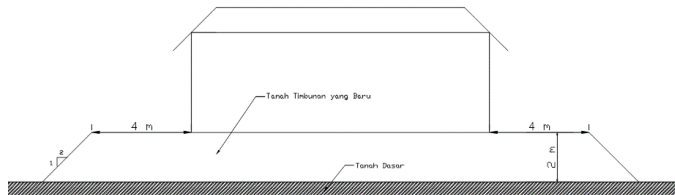
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
I Pekerjaan Geomembran					
1	Pengadaan Geomembran 0,75 mm	m ²	6000	Rp 35,000.00	Rp 210,000,000.00
2	Pemasangan Geomembran 0,75 mm	m ²	6000	Rp 13,000.00	Rp 78,000,000.00
Total Harga					Rp 288,000,000.00

c. Perencanaan Penggunaan Timbunan di Bawah Rumah

Pada perencanaan ini akan di rencanakan timbunan di bawah rumah dengan tujuan sebagai counterweight gaya angkat tanah ekspansif, maupun sebagai penutup tanah

dasar agar tidak mengalami perubahan kadar air akibat siklus dry wetting.

Untuk menghindari terjadinya swelling pressure akibat perubahan kadar air, maka pelaksanaan perencanaan ini akan dilakukan di akhir masa penghujan dimana kondisi tanah berada di dalam kondisi jenuh sehingga swelling pressurennya sangatlah kecil. Gambar pemasangan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Penggunaan Timbunan di Bawah Rumah

Tabel 9. Estimasi Biaya Penggunaan Timbunan di Bawah Rumah

Penggunaan Timbunan di Bawah Rumah					
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
I Pekerjaan Tanah					
1	Pengurangan Tanah dengan Pemasatan	m ²	640	Rp 203,330.00	Rp 130,131,200.00
Total Harga					Rp 130,131,200.00

d. Penggunaan Geomembran di Sekeliling Rumah

Perencanaan Penggunaan Geomembran di Sekeliling Rumah sama dengan perencanaan di Bukit.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dalam perencanaan Studi ini didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Tanah pada wilayah studi berdasarkan sistem klasifikasi USCS termasuk dalam klasifikasi CH sedangkan berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO masuk dalam klasifikasi A-7-5.

2. Berdasarkan perhitungan aktivitas tanah menggunakan Metode Skempton, ditemukan bahwa aktivitas tanah sebesar 0,43 sehingga tanah yang berada di wilayah studi masuk dalam kategori tanah yang memiliki potensi pengembangan yang tinggi.

3. Sistem perencanaan perlindungan talud dilakukan terhadap talud yang memiliki SF < 1,5 dan berada di dekat daerah konstruksi.

4. Semua perencanaan rekayasa tanah ekspansif untuk Bukit akan dilakukan dengan Metode Keep it Dry (dilakukan pada musim kemarau) sedangkan untuk Lembah akan dilakukan dengan Metode Keep it Wet (dilakukan pada akhir musim penghujan).

5. Untuk Perencanaan Rekayasa Tanah untuk Jalan di Bukit didapatkan bahwa Alternatif yang paling efisien berdasarkan harga adalah Penggunaan Geomembran pada Parit

6. Untuk Perencanaan Rekayasa Tanah untuk Jalan di Lembah didapatkan bahwa Alternatif yang paling efisien berdasarkan harga adalah Penggunaan Geomembran di Bawah Konstruksi Jalan

7. Untuk Perencanaan Rekayasa Tanah untuk Rumah di Bukit didapatkan bahwa Alternatif yang paling efisien berdasarkan harga adalah Penggunaan Geomembran di Sekeliling Rumah

8. Untuk Perencanaan Rekayasa Tanah untuk Rumah di Lembah didapatkan bahwa Alternatif yang paling efisien berdasarkan harga adalah Penggunaan Geomembran di Sekeliling Rumah

B. Saran

Dalam perencanaan Studi ini ada beberapa saran yang penulis ingin sampaikan, yaitu:

1. Perlu untuk melakukan penelitian lagi tentang kadar sulfat dalam tanah, karena apabila mencapai kadar tertentu maka penggunaan stabilisasi kapur tidaklah lagi efektif.

2. Perlu untuk dilakukan evaluasi terhadap sistem drainase yang sudah ada pada perumahan di Citraland, apakah masih menampung air pada saat musim penghujan, karena perencanaan geomembrane pada parit direncanakan dengan asumsi parit sudah dapat berfungsi dengan baik.

3. Perlu untuk melakukan penghitungan ulang terhadap harga yang digunakan, dikarenakan penulis mendapatkan harga berasal dari HSPK 2017, PT. Teknindo Geosistem Unggul, serta PT. Yoeowono Jaya Mandiri. Perusahaan lain akan memberikan harga yang berbeda dengan yang penulis gunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowles, J., 1984. Physical and Geotechnical Properties of Soils. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, Inc.
- [2] Bowles, J., 1984. Physical and Geotechnical Properties of Soils. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, Inc.
- [3] Chen, F., 1975. Foundation on Expansive Soils. New York: Elsevier Scientific Publication Company.
- [4] Chen, F., 1975. Foundation on Expansive Soils. New York: Elsevier Scientific Publication Company.
- [5] Hardiyatmo, H., 2006. Mekanika Tanah I. 4th penyunt. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [6] Ingles, O. G. & Metcalf, J. B., 1972. Soil Stabilization Principles and Practice. Sydney: Butterworths.
- [7] Mochtar, I. B., 2000. Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- [8] Mochtar, I. B., 2002. Rekayasa Penanggulangan Masalah Pembangunan pada Tanah-tanah Sulit. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- [9] Nelson, J. & Miller, D., 1992. Expansive Soils; Problem and practice in Foundation and Pavement Engineering. New Delhi: John Wiley and Sons.
- [10] Sudjianto, A. T., 2015. Tanah Ekspansif; Karakteristik dan Pengukuran Perubahan Volume. Yogyakarta: Graha Ilmu.