

REKAYASA STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN PENAMBAHAN TERAK/KLINKER DITINJAU DARI NILAI PERMEABILITAS

Nilia Prasetyo Artiwi

*Staf Pengajar pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
Universitas Banten Jaya
prasetyonila2@gmail.com*

ABSTRAK

Tanah gambut merupakan salah satu jenis tanah yang tidak memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai lapisan tanah dasar konstruksi jalan raya, karena memiliki sifat-sifat antara lain mengandung kadar organik tinggi, sedikit mengandung kalsium, dan memiliki sifat kembang susut yang besar. Rekayasa stabilisasi tanah dilakukan untuk meningkatkan kekuatan daya dukung tanah, sehingga dapat dihasilkan tanah yang memiliki kestabilan yang baik untuk mendukung suatu konstruksi. Limbah terak/klinker merupakan limbah dari bahan produksi semen yang mengandung banyak unsur kalsium yang diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat kimia tanah gambut. Nilai permeabilitas dinyatakan dalam koefisien rembesan (coefficient of permeability), yaitu nilai yang menyatakan kemudahan air melalui suatu contoh tanah yang penentuannya dilakukan di laboratorium dengan metode uji tinggi jatuh. Tanah gambut sebanyak 1000 gram lolos ayakan no.200 (96,734%) dari berat total, dicampur dengan terak pada prosentase 4%, 8% dan 12% dengan masa pemeraman campuran adalah 0 hari, 7 hari dan 14 hari. Hasil akhir menunjukkan dengan meningkatnya kadar terak, maka koefisien permeabilitas tanah menurun dari 4.53×10^{-4} cm/dt pada usia pemeraman 0 hari dengan kadar terak 0% menjadi 6.05×10^{-5} cm/dt pada usia pemeraman 14 hari dengan penambahan terak 12%. Dengan demikian terjadi perbaikan sifat kimia dan mekanika tanah gambut.

Kata Kunci: Rekayasa stabilisasi tanah, tanah gambut, terak/klinker, koefisien rembesan, uji tinggi jatuh

1. PENDAHULUAN

Tanah sebagai bahan pendukung konstruksi harus memiliki sifat dan perilaku yang memenuhi persyaratan daya dukung konstruksi. Tidak semua jenis tanah memenuhi persyaratan sebagai bahan pendukung konstruksi, salah satunya adalah tanah gambut. Tanah gambut merupakan jenis tanah berbutir halus yang memiliki kandungan organik tinggi dan sifat kembang susut yang besar. (Balai Penelitian Tanah, 2011). Dalam system Klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*), tanah gambut termasuk dalam kategori tanah dengan kandungan organik sangat tinggi dengan symbol kelompok PT (*Peat*). Gambut *Peat* adalah agregat agak berserat yang berasal dari serpihan makroskopik dan mikroskopik tumbuh-tumbuhan, warnanya bervariasi antara cokelat terang dan hitam. (Terzaghi, 1987).

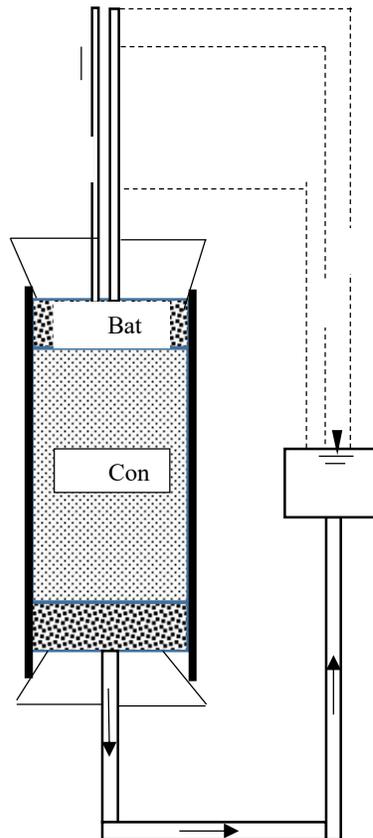
Indonesia termasuk negara yang memiliki lahan gambut cukup luas di dunia setelah Kanada, dan Amerika Serikat (Poerwowidodo, 1991). Daerah yang banyak memiliki lahan gambut di Indonesia adalah Sumatera, Kalimantan dan Papua. Di masa yang akan datang, bukan tidak mungkin pengembangan wilayah untuk pemukiman ataupun pembangunan jalan raya akan berada di kawasan tanah gambut.

Untuk dapat memperbaiki sifat dan perilaku tanah gambut untuk kepentingan pekerjaan konstruksi khususnya jalan raya, maka dilakukan penelitian rekayasa stabilisasi tanah gambut dengan menggunakan terak/klinker yang merupakan limbah bahan pembuat semen yang sudah tidak memenuhi standar untuk diolah menjadi semen. Unsur kimia yang terkandung dalam terak adalah

CaO (63,26%), SiO₂ (20,48%), Al₂O₃ (5,76%), dan sisanya adalah senyawa lain yang persentasenya kecil. Karena kandungan kapur CaO yang cukup tinggi, maka terak/ klinker diharapkan dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi yang baik untuk tanah gambut. Dalam penelitian ini persentase terak yang ditambahkan pada tanah gambut adalah sebanyak 4%, 8% dan 12% untuk kemudian dilakukan pemeraman selama 0 hari, 7 hari, dan 14 hari. Perbaikan diharapkan terjadi pada nilai koefisien rembesan (koefisien permeabilitas), apakah terjadi penurunan, sehingga peranan terak bisa dikatakan cukup signifikan sebagai bahan stabilisasi.

Permeabilitas adalah kemampuan fluida untuk mengalir melalui medium yang berpori (Bowles, 1989). Permeabilitas suatu massa tanah penting untuk mengevaluasi jumlah rembesan yang melalui suatu konstruksi. Koefisien rembesan tergantung pada beberapa faktor, yaitu kekentalan cairan, distribusi ukuran pori, distribusi ukuran butir, angka pori, kekasaran permukaan ukuran butiran tanah, dan derajat kejenuhan tanah, dan dinyatakan dalam cm/dt dalam satuan SI. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Uji Tinggi Jatuh (*Falling Head Test Method*), dimana alat terpasang terdiri dari pipa tegak dan sebuah bejana, air dari dalam pipa tegak yang dipasang di atas contoh tanah mengalir melalui contoh tanah. Untuk menghitung nilai permeabilitas adalah dengan menggunakan rumus (Das, B.M. 1992) :

- $k = 2,303 aL / At \log_{10} h_0/h_n$, dimana
- a = luas penampang pipa vertical,
- L = panjang contoh tanah,
- A = luas contoh tanah,
- t = waktu ketika air mencapai ketinggian,
- h_0 = ketinggian awal air,
- h_n = ketinggian air setelah waktu yang ditentukan.



Gambar 1. Alat Uji Tinggi Jatuh

2. METODE PENELITIAN

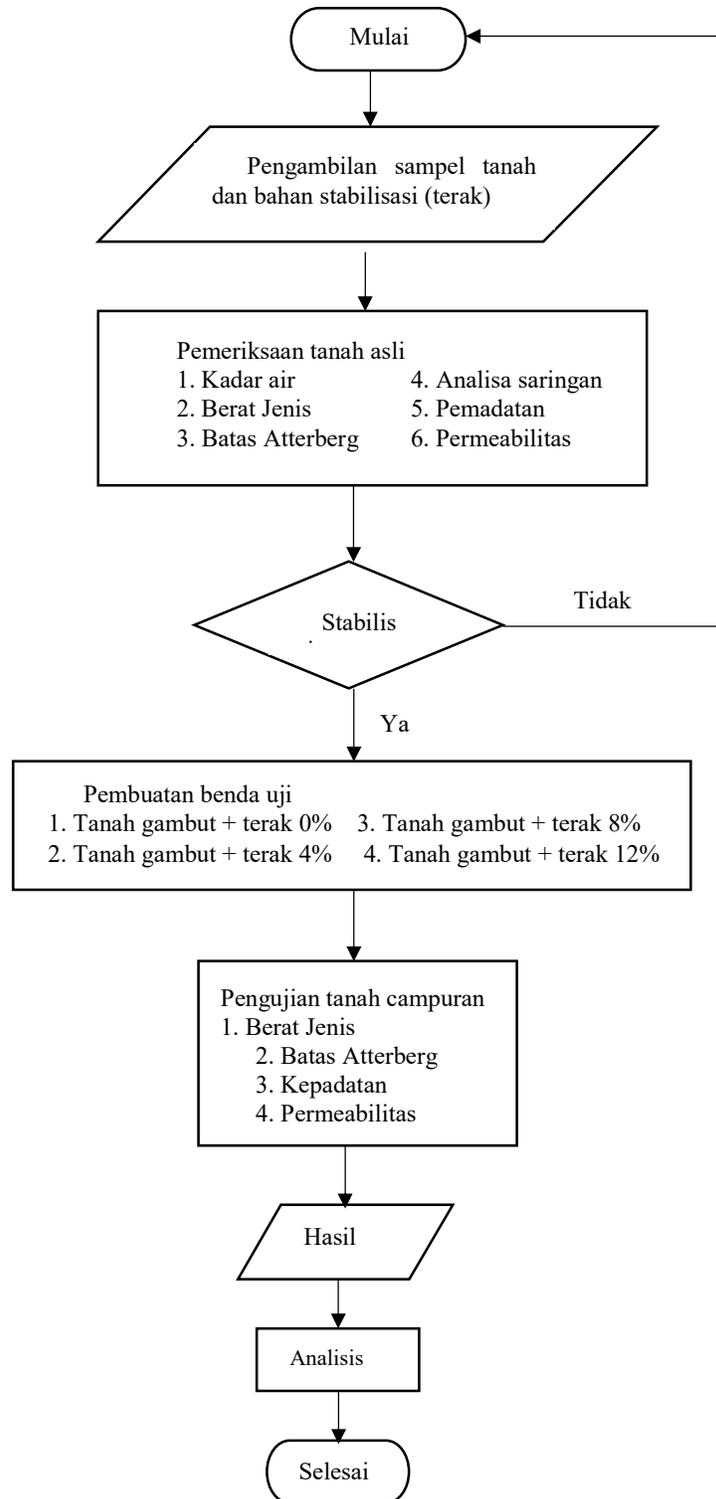
Bahan yang digunakan adalah sampel tanah gambut terganggu dan tidak terganggu, terak/klinker, dan air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum. Tanah gambut terganggu kering udara dihancurkan, yang lolos saringan no.4 (ϕ 4,75 mm) dicampur dengan serbuk terak/klinker yang lolos saringan no. 200 (ϕ 0.15 mm) dengan prosentase terak 4%, 8%, dan 12% dari berat kering udara tanah gambut. Kemudian pada campuran tersebut dilakukan tes pemadatan untuk mendapatkan kadar air optimum, lalu dibuat campuran yang sama dengan menggunakan kadar air optimum tersebut.

Pengujian yang dilakukan adalah terhadap sampel tanah asli berupa pengujian kadar air, berat jenis, batas atterberg, analisa saringan, kepadatan, dan permeabilitas, sedangkan terhadap tanah tidak asli berupa pengujian berat jenis, batas atterberg, pemadatan dan permeabilitas. Alat uji tinggi jatuh yang digunakan untuk pengujian permeabilitas terdiri dari :

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| 1. Suplier water | 8. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr |
| 2. Vacuum tank | 9. Stopwatch |
| 3. Pipa biuret 4,9 cm | 10. Kunci Pas |
| 4. Vacuum pump | 11. Batu Pori |
| 5. Permeameter | 12. Kertas Saring |
| 6. Vacuum gauge | 13. Alat Pengukur (penggaris) |
| 7. Ayakan no. 4 | |

Langkah Kerja :

1. Membuat campuran tanah gambut, terak dan klinker.
2. Mengisi permeameter dengan campuran tanah sebanyak 1/3 bagian permeameter, kemudian menumbuk campuran tersebut dengan alat penumbuk manual sebanyak 25 kali pada keempat ujung kotak permeameter dan pada bagian tengah. Melakukan hal tersebut sebanyak tiga kali hingga kotak permeameter penuh.
3. Meratakan permukaan sampel bagian atas dan bawah, kemudian menutupnya dengan kertas sarig, batu pori dan penyumbat karet.
4. Menghubungkan mold dengan alat uji permeabilitas dan membalikinya.
4. Membuka katup pada pipa karet yang menghubungkan bak air dengan sampel tanah dan katup pada kedua tutup permeameter sehingga air mengalir dari bak air ke sampel melalui bagian bawah sampel hingga tanah menjadi jenuh.
5. Membalik mold dan menunggu sampai volume air yang keluar konstan pembacaannya.
6. Mencatat ketinggian air awal (h_0) dan tinggi air setelah waktu yang ditentukan (h_n).
8. Jika waktu yang diinginkan sudah tercapai, maka katup yang mengalirkan air ke sampel tanah ditutup.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data hasil pengujian analisa saringan dan batas atterberg digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi AASHTO.

2. Data hasil pengujian permeabilitas berupa grafik hubungan antara campuran tanah gambut dengan prosentase terak 0%, 4%, 8% dan 12% dengan lamanya masa pemeliharaan 0 hari, 7 hari dan 14 hari.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tanah tidak terganggu (*undisturbed*)

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kandungan bahan organik	60,13%
2	Kadar air	402,86%
3	Batas cair (<i>liquid limit, LL</i>)	185%
	Batas plastis (<i>plastis limit, PL</i>)	102,13%
	Indeks Plastisitas (<i>Plastic Index, PI</i>)	82,87%
4	Analisa Saringan	96,794% lolos saringan No. 200

Tabel 2. Hasil Pengujian Tanah Terganggu (*disturbed*)

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Berat Jenis Tanah (GS)	1,683
2.	Batas cair (<i>liquid limit, LL</i>)	109,2%
	Batas plastis (<i>plastis limit, PL</i>)	74,39%
	Indeks Plastisitas (<i>Plastic Index, PI</i>)	34,81%
3	Pemadatan tanah (<i>Proctor Standard</i>)	Kadar air optimum = 62%, berat isi kering maksimum = 0,667 gr/cm ³
4	Koefisien Permeabilitas	4,53 x 10 ⁻⁴ cm/dt

Tabel 3. Hasil Pengujian Tanah Gambut dengan Terak Masa Pemeraman 0 Hari

Kadar Terak	LL	PL	PI	Berat Jenis	Kadar Air Opt. (%)	Berat Isi Kering Max. (gr/cm ³)
0%	109,20	74,39	34,81	1,683	62	0,676
4%	88,50	54,35	34,15	1,863	59	0,79
8%	85,25	52,05	33,20	1,871	58,5	0,8
12%	83,50	50,31	33,19	1,916	54,5	0,83

Tabel 4. Hasil Pengujian Tanah Gambut dengan Terak Masa Pemeraman 7 Hari

Kadar Terak	LL	PL	PI	Berat Jenis	Kadar Air Opt. (%)	Berat Isi Kering Max. (gr/cm ³)
0%	-	-	-	-	62	0,676
4%	83,30	53,30	30,00	1,872	59	0,79
8%	82,10	50,58	31,52	1,877	58,5	0,8
12%	79,50	50,45	29,05	1,908	54,5	0,83

Tabel 5. Hasil Pengujian Tanah Gambut dengan Terak Masa Pemeraman 14 Hari

Kadar Terak	LL	PL	PI	Berat Jenis	Kadar Air Opt. (%)	Berat Isi Kering Max. (gr/cm ³)
0%	-	-	-	-	62	0,676
4%	82,00	52,82	29,18	1,876	59	0,79
8%	80,75	53,03	27,72	1,887	58,5	0,8
12%	78,50	50,53	27,97	1,912	54,5	0,83

Tabel 6. Hasil Pengujian Permeabilitas

Kadar Terak	Koefisien Permeabilitas		
	0 Hari	7 Hari	14 Hari
0%	4,53 .10 ⁻⁴	-	-
4%	4,03 . 10 ⁻⁴	3,08 . 10 ⁻⁴	2,78 . 10 ⁻⁴
8%	2,97 . 10 ⁻⁴	1,95 . 10 ⁻⁴	1,82 . 10 ⁻⁴
12%	2,32 . 10 ⁻⁴	7,907. 10 ⁻⁵	6,050 . 10 ⁻⁵

Tabel 7. Hasil Pengujian kimia Tanah gambut dan terak

No.	Parameter	Tanah Gambut (%)	Terak (%)	Tanah Gambut + terak (%)
1	Kandungan Organik	60.303		36.575
2	Fe	5.676		0.593
3	Mg	17.815		0.397
4	Ca	1.896		30.843
5	K	10.561		0.001
6	SiO ₂		20.48	
7	Al ₂ O ₃		5.76	
8	Fe ₂ O ₃		3.44	
9	CaO		63.26	
10	MgO		1.12	
11	SO ₃		0.26	
12	FCaO		0.63	

Dari tabel 6 dapat dilihat, dengan penambahan kadar terak maka terjadi penurunan nilai rembesan/ koefisien permeabilitas. Pada usia pemeraman 0 hari dengan kadar terak 0%, nilai permeabilitas sebesar $4,53 \times 10^{-4}$ cm/dt, sedangkan pada usia pemeraman 14 hari dengan kadar terak 12%, nilai permeabilitas turun menjadi $6,050 \times 10^{-5}$ cm/dt. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan terak pada tanah gambut menyebabkan pori-pori tanah terisi, sehingga terjadi reaksi pengikatan antar butiran tanah, dan mengakibatkan mengecilnya ruang pori. Setelah penambahan air, terjadi reaksi pengikatan terak dengan air yang kemudian membentuk gel dan menambah kekuatan lekatan antar butiran dan menambah tingkat kepadatan tanah. Apabila dalam keadaan jenuh air, yaitu ruang pori penuh terisi air, maka udara hamper tidak ada. Karena volume pori lebih kecil daripada volume butiran padat, maka angka pori tanah juga mengecil. Kecilnya volume pori tanah menyebabkan kecepatan aliran air dalam tanah menjadi lambat, sehingga kemampuan air yang mengalir kecil (tingkat permeabilitas kecil). Lamanya waktu penjuhan juga mempengaruhi penurunan nilai koefisien permeabilitas tanah. Semakin lama waktu penjuhan, maka tanah semakin jenuh air, sehingga di dalam massa tanah udara semakin berkurang. Dengan berkurangnya kandungan udara dalam tanah, maka air yang mengalir semakin kecil.

Berdasarkan pengujian sifat fisik, sifat kimia dan sifat mekanika tanah gambut dengan tambahan terak, maka secara umum dapat dinyatakan bahwa dengan penambahan terak dapat memperbaiki sifat tanah gambut, hal ini dapat dilihat pada tabel 6. Kandungan organik tanah berkurang dari 60,303% menjadi 36,575%, kemudian Berat jenis tanah meningkat dari 1,683 menjadi 1,912, Batas cair (LL) turun dari 109, 2% menjadi 78,50%, serta nilai indeks platisitas dari 34,81% menjadi 27,97%. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan terak dengan kadar dan usia pemeraman/ masa penjuhan air yang lebih bervariasi serta penggunaan diameter pipa alat uji tinggi jatuh yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Fahmudin. Subiksa, Made I.G. 2008. Lahan Gambut-Potensi Untuk pertanian dan aspek Lingkungan.
- Bowles, J.E.1989. Sifat Fisik dan Geoteknik Tanah. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Darmawijaya.1992. Klasifikasi Tanah. Penerbit UGM. Yogyakarta
- Das, B.M. 1992. Mekanika Tanah. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Kementerian Pertanian. Balai Penelitian Tanah. 2011. Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan.
- Poerwowidodo, 1991. Gatra Tanah Dalam Hutan Tanaman Industri. Jakarta.
- Shirley, L.H. 1987. Geoteknik dan Mekanika Tanah. Penuntun Praktis Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium. Penerbit Nova. Bandung
- Terzaghi, K. et all 1996. Soil Mechanics in Engineering Practice. Third Edition.
- Untoro Nugroho. 2008. Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening dengan menggunakan campuran portland cement dan gypsum sintesis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ditinjau dari nilai CBR. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan No.2 Vol. 10. Unnes.Semarang.

