



The 5th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)

Website Ciastech 2022 : <https://ciastech.widyagama.ac.id>

Open Conference Systems : <https://ocs.widyagama.ac.id>

Proceeding homepage : <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/index>

P-ISSN : 2622-1276

E-ISSN: 2622-1284

STABILISASI SWELLING VOLUMETRIK (3D) TANAH LEMPUNG EKSPANSIF TIPE TINGGI DENGAN LUMPUR LAPINDO

Pricila Mercy Tolan¹⁾, Agus Tugas Sudjianto²⁾, Riman³⁾

¹⁾ Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel :

Naskah masuk, 27 Agustus 2022

Direvisi, 20 September 2022

Diterima, 30 Oktober 2022

Email Korespondensi :

Pricilamercy019@gmail.com

ABSTRAK

Tanah ekspansif adalah jenis tanah bermasalah yang kandungan lempungnya dapat mengalami kembang susut yang diakibatkan oleh kadar air yang berubah sehingga dampaknya volume dari tanah juga mengalami perubahan yang bisa mengakibatkan bangunan gedung ringan dan jalan di atasnya mengalami kerusakan. Tujuan dari penelitian ini akan memanfaatkan lumpur lapindo dari Porong, Sidoarjo, Jawa Timur sebagai bahan stabilisasi swelling volumetrik (3D) tanah lempung ekspansif tipe tinggi daerah Ampelgading. Variasi campuran lumpur lapindo dan tanah lempung ekspansif yang dipakai yaitu sebesar tanah 100% + lumpur lapindo 0%, tanah 95% + lumpur lapindo 5%, tanah 90% + lumpur lapindo 10%, tanah 85% + lumpur lapindo 15%, tanah 80% + lumpur lapindo 20%. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan data hasil uji laboratorium di laboratorium Mekanika Tanah. Adapun pengujian yang dilakukan adalah uji swelling volumetrik (3D). Hasil penelitian dapat disimpulkan dari pencampuran lumpur lapindo nilai swelling volumetrik tanah menurun dari 18,45% menjadi 11,40% pada campuran 20% lumpur lapindo. Dari pengujian yang dilakukan campuran optimum lumpur lapindo untuk menstabilisasi tanah didapat pada campuran 19,2%.

Kata Kunci : *Stabilisasi Tanah, Swelling Volumetrik, Lumpur Lapindo.*

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya beberapa pembangunan di Indonesia terletak diatas tanah lempung ekspansif, dikarenakan seiring berjalannya waktu, lahan dan tanah yang baik berkurang sehingga pembangunan di atas tanah yang memiliki kondisi yang buruk tidaklah jarang ditemukan di Indonesia. [1]. Tanah dalam berbagai jenis pekerjaan teknik sipil di pakai untuk material bangunan, selain itu juga memiliki peranan sebagai daya dukung pondasi bangunan.[2]. Beberapa jenis tanah yang mempunyai sifat buruk tersebut adalah tanah yang mudah mengalami proses kembang susut

yang besar.[3]. Salah satu jenis tanah yang memiliki sifat kembang susut yang tinggi adalah tanah lempung ekspansif..

Tanah ekspansif adalah jenis tanah bermasalah yang kandungan lempungnya dapat mengalami kembang susut yang diakibatkan oleh kadar air yang berubah sehingga dampaknya volume dari tanah juga mengalami perubahan yang bisa mengakibatkan bangunan gedung ringan dan jalan di atasnya mengalami kerusakan.[4]. Jika terjadi peningkatan kandungan air, tanah ekspansif akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori dan timbulnya tekanan pengembangan. Sementara itu, jika kandungan air berkurang sampai batasan penyusutan, maka akan terjadi penyusutan.[5]. Pengaruh susut pada tanah-tanah berbutir halus menjadi masalah penting dalam masalah teknis. Ketika musim hujan, tanah mendapatkan air lagi, mengakibatkan volume tanah bertambah dan mengembang.[6]. Terdapat tiga metode untuk memperbaiki tanah lempung ekspansif, yaitu : stabilisasi tanah, mencegah terjadinya proses perubahan kadar air tanah dan memberikan penambahan kekuatan tanah.[7].

Proses kembang dari tanah ekspansif di lapangan terjadi pada tiga dimensi atau yang sering disebut dengan kembang volumetrik.[8]. Tipe kembang tanah ketika tanah berada dalam keadaan kering menjadi basah, sepanjang tahap awal tanah akan mengalami ekspansif volumetrik tiga dimensi (three dimensional (3-D) volumetric expansions) karena tanah lempung kering mengalami retak-retak yang masih terbuka.[9].

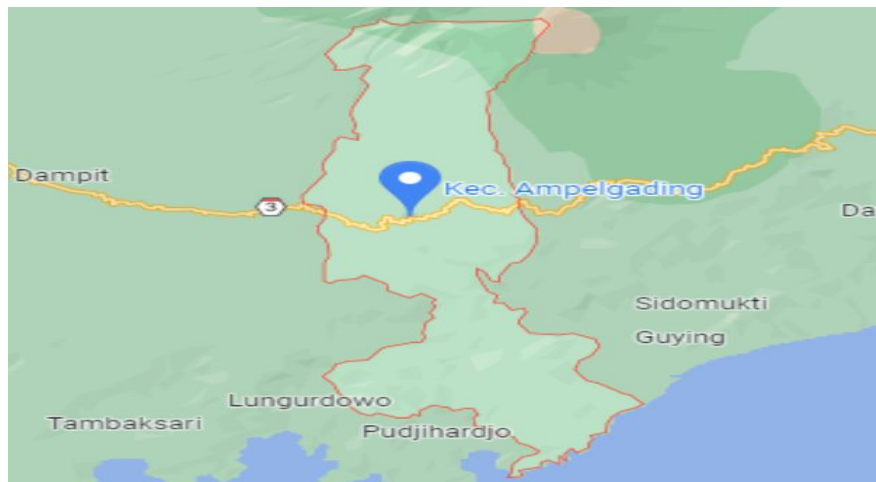
Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tanah lempung ekspansif bisa dilakukan dengan memperbaiki sifat fisis, sifat mekanis dan swelling volumetrik tanah lempung ekspansif yaitu dengan metode stabilisasi tanah secara kimiawi dengan memanfaatkan lumpur lapindo.[10]. Lumpur lapindo berasal dari Dusun Balongnongo Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Lumpur ini menurut para ahli geologi merupakan semburan lumpur alam purba yang berasal dari gunung lumpur didalam lapisan tanah atau disebut diaprik. Semburan lumpur panas menggenangi kawasan pertanian, perindustrian, serta pemukiman penduduk di beberapa kecamatan sekitarnya.[11]. Lumpur Lapindo lebih banyak mengandung silika (SiO_2) dibandingkan semen, sedangkan zat kapur (CaO) lebih sedikit dibandingkan semen. Bahan silika berfungsi sebagai bahan pengisi, sehingga sangat kuat sebagai bahan pengikat dalam pembuatan batu bata, ubin keramik, potongan kliring dan bahan bangunan lainnya. Sementara itu, kandungan kapur berperan dalam proses pengikatan.[12].

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo terhadap swelling volumetrik(3D) tanah lempung ekspansif serta mengetahui persentase campuran yang optimum terhadap swelling volumetrik(3D) tanah lempung ekspansif. Dengan variasi campuran lumpur lapindo sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20%.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengambilan Sampel

Sampel tanah lempung ekspansif diambil khusus dari Daerah Ampelgading, Kecamatan Ampelgading, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Kisaran ini dipilih karena dampak kerusakan pembangunan jalan akibat tanah lempung ekspansif yang dirasakan oleh masyarakat dan pengguna jalan yang melewati kawasan Ampelgading. Dan pengambilan sampel Lumpur Lapindo diambil secara langsung tepatnya di Jl. Nasional 1 No.168, Siring Barat, Jatirejo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Lumpur Lapindo yang diambil masih lembap.



Gambar 1. Lokasi Sampel Tanah Lempung Ekspansif



Gambar 2. Lokasi Sampel Lumpur Lapindo

2.2. Rancangan Penelitian

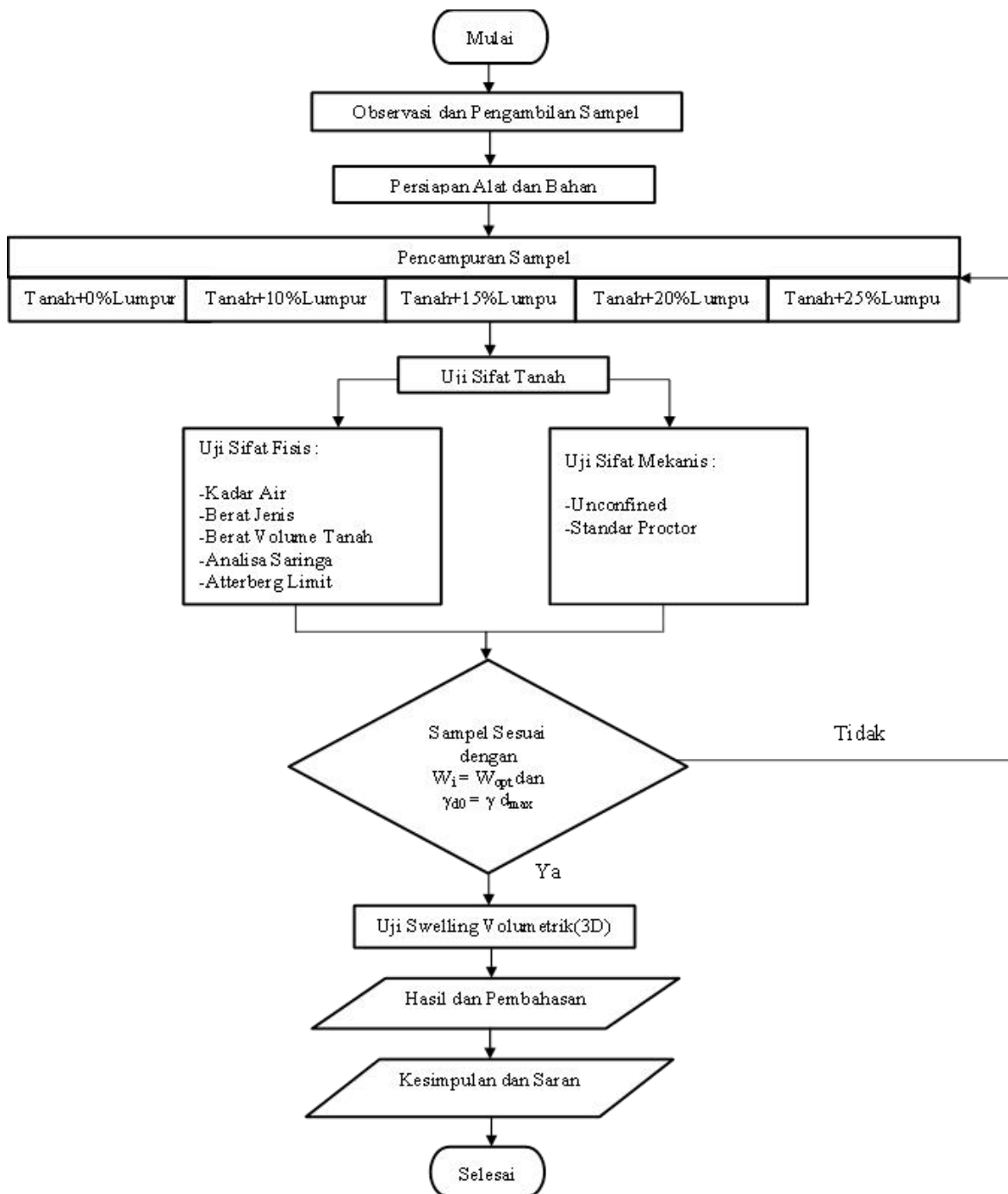
Berikut adalah tabel rancangan komposisi campuran tanah dan lumpur lapindo yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagaimana pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Campuran Tanah dan Lumpur Lapindo

Sampel	Persentase Campuran				
Tanah	100%	95%	90%	85%	80%
Lumpur Lapindo	0%	5%	10%	15%	20%

2.3. Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian Tahapan penelitian dimulai dengan melakukan pengamatan dan pengambilan sampel serta menyiapkan alat dan bahan. Sampel yang sudah dibuat kemudian diuji yaitu uji sifat fisis tanah asli dan tanah campuran, uji mekanis tanah asli dan tanah campuran, uji kimia dan mineral tanah asli dan tanah campuran, lalu terakhir dilakukan uji kembang volumetrik (3D) pada tanah asli dan tanah campuran. Berikut diagram alir penelitian.



Gambar 3. Diagram Alir

2.4. Persiapan Alat dan Bahan Uji di Laboratorium

Uji Swelling Volumetrik (3D) dilakukan untuk memperoleh besarnya potensi kembang tanah lempung ekspansif di Kecamatan Ampelgading, yang dipengaruhi oleh pencampuran lumpur lapindo dengan variasi campuran kadar lumpur lapindo yang berbeda. Alat yang digunakan untuk mengukur kembang bebas tanah ekspansif yaitu menggunakan jangka sorong digital.

2.5. Pengujian Swelling Volumetrik (3D)

Pembuatan Sampel Tanah untuk pengujian swelling 3D dengan cara menentukan berat tanah yang akan dipadatkan dalam cetakan dengan mengacu pada data kadar air ($W_{optimum}$) dan kepadatan proctor standar (γ_{dmax}). Pembuatan benda uji kembang bebas dilakukan dengan cara mencampurkan lumpur lapindo dan tanah lempung ekspansif kedalam sebuah plastik kemudian digoyang sampai lumpur lapindo dan tanah tercampur secara merata, setelah itu diperam selama 24 jam, kemudian dilakukan pengujian swelling volumetrik.

Besarnya swelling bebas untuk masing-masing arah dihitung dengan persamaan berikut ini.

Hasil uji swelling arah vertikal dihitung dengan hubungan :

$$= \frac{\text{tinggi akhir} - \text{tinggi awal}}{\text{tinggi awal}} \times 100\% = \frac{\Delta H}{H} \times 100 \quad (1)$$

Hasil uji swelling arah horisontal dihitung dengan hubungan :

$$= \frac{\text{tinggi akhir} - \text{tinggi awal}}{\text{tinggi awal}} \times 100\% = \frac{\Delta D}{D} \times 100\% \quad (2)$$

Hasil uji swelling arah volumetrik dihitung dengan hubungan :

$$= \frac{\text{tinggi akhir} - \text{tinggi awal}}{\text{tinggi awal}} \times 100\% = \frac{\Delta V}{V} \times 100\% \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Swelling Volumetrik (3D)

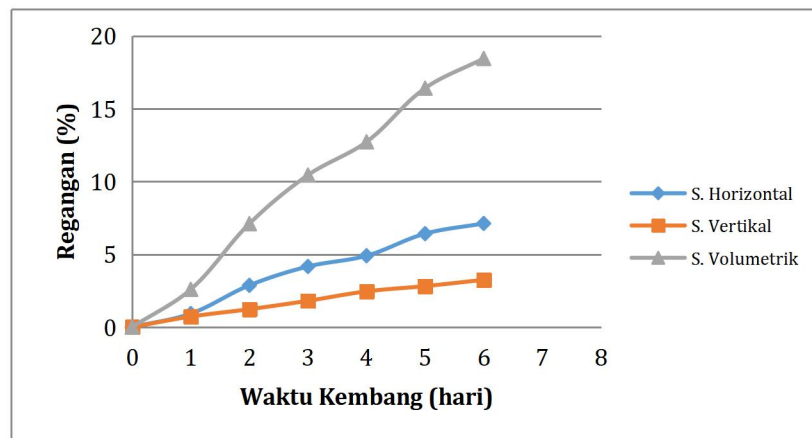
Pengujian swelling dilakukan untuk mengetahui potensi kembang susut tanah lempung ekspansif Ampelgading dengan campuran lumpur lapindo sebagai sebagai bahan stabilisasi. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur yaitu jangka sorong digital untuk mengukur diameter dan tinggi kembang susut tanah. Jumlah sampel yang di uji pada pengujian ini adalah 15 sampel, dimana setiap campuran tanah dibuat 3 kali pengulangan. Hasil pengujian swelling volumetrik dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Swelling Tanah 100%

Hari	Swelling Horizontal (%)	Swelling Vertikal (%)	Swelling Volumetrik (%)
1	0,92	0,72	2,59
2	2,87	1,23	7,10
3	4,16	1,80	10,44
4	4,90	2,45	12,72
5	6,41	2,81	16,41
6	7,12	3,24	18,45

Pada tabel diatas tanah 100% berhenti mengembang pada hari ke-6 dengan nilai swelling volumetrik 18,45%.

Pengujian swelling tanah di atas dapat digambarkan grafik seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Uji Swelling Volumetrik Tanah Asli

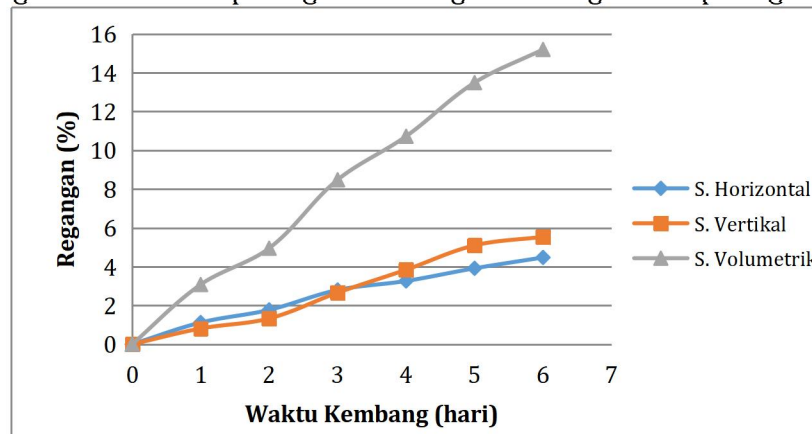
Berikut merupakan tabel hasil pengujian swelling tanah sebagaimana pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Swelling Tanah 95% + Lumpur Lapindo 5%

Hari	Swelling Horizontal (%)	Swelling Vertikal (%)	Swelling Volumetrik (%)
1	1,12	0,81	3,08
2	1,77	1,33	4,95
3	2,80	2,66	8,48
4	3,26	3,84	10,72
5	3,91	5,10	13,49
6	4,47	5,54	15,20

Tanah 95% + lumpur lapindo 5%, berhenti mengembang pada hari ke-6 dengan nilai swelling volumetrik 15,20%.

Pengujian swelling tanah di atas dapat digambarkan grafik sebagaimana pada gambar 5.



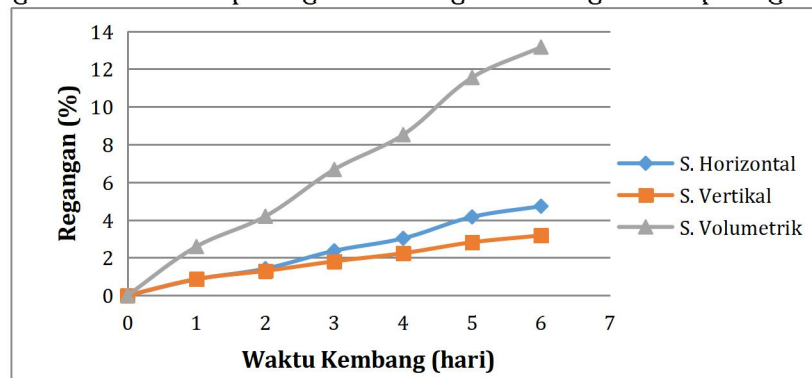
Gambar 5. Grafik Uji Swelling Volumetrik T95%+LL5%

Berikut merupakan tabel hasil pengujian swelling tanah sebagaimana pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Swelling Tanah 90% + Lumpur Lapindo 10%			
Hari	Swelling Horizontal (%)	Swelling Vertikal (%)	Swelling Volumetrik (%)
1	0,85	0,87	2,59
2	1,42	1,30	4,19
3	2,36	1,80	6,67
4	3,02	2,24	8,52
5	4,16	2,81	11,54
6	4,73	3,17	13,16

Tanah 90% + lumpur lapindo 10%, berhenti mengembang pada hari ke-6 dengan nilai swelling volumetrik 13,16%.

Pengujian swelling tanah di atas dapat digambarkan grafik sebagaimana pada gambar 6.



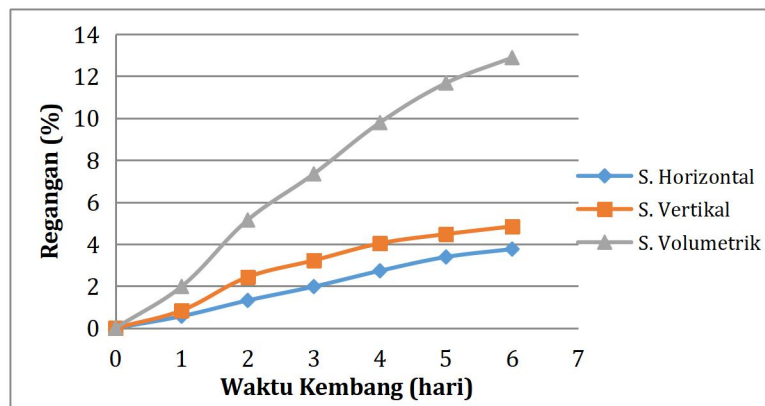
Gambar 6. Grafik Uji Swelling Volumetrik T90%+LL10%

Berikut merupakan tabel hasil pengujian swelling tanah sebagaimana pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Swelling Tanah 85% + Lumpur Lapindo 15%			
Hari	Swelling Horizontal (%)	Swelling Vertikal (%)	Swelling Volumetrik (%)
1	0,56	0,84	1,98
2	1,32	2,43	5,15
3	1,98	3,22	7,35
4	2,73	4,03	9,79
5	3,39	4,48	11,67
6	3,76	4,84	12,88

Tanah 85% + lumpur lapindo 15%, berhenti mengembang pada hari ke-6 dengan nilai swelling volumetrik 12,88%.

Pengujian swelling tanah di atas dapat digambarkan grafik sebagaimana pada gambar 7.



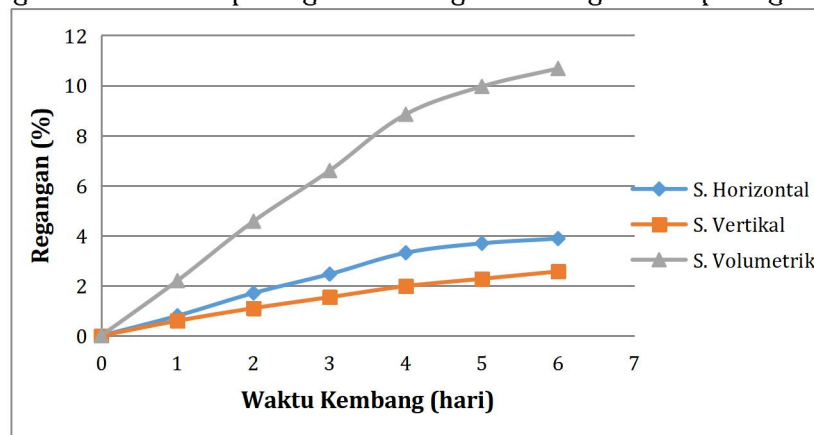
Gambar 7. Grafik Uji Swelling Volumetrik T85%+LL15%

Tabel 7. Hasil Uji Swelling Tanah 80% + Lumpur Lapindo 20%

Hari	Swelling Horizontal (%)	Swelling Vertikal (%)	Swelling Volumetrik (%)
1	0,79	0,59	2,20
2	1,70	1,10	4,57
3	2,46	1,54	6,60
4	3,31	1,98	8,85
5	3,69	2,27	9,96
6	3,88	2,57	11,40

Tanah 80% + lumpur lapindo 20%, berhenti mengembang pada hari ke-6 dengan nilai swelling volumetrik 11,40%.

Pengujian swelling tanah di atas dapat digambarkan grafik sebagaimana pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Uji Swelling Volumetrik T80%+LL20%

3.2. Hasil Perhitungan Campuran Optimum Swelling Volumetrik (3D)

Mencari nilai kadar campuran optimum lumpur lapindo terhadap swelling volumetrik tanah lempung ekspansif dengan menggunakan persamaan berikut.

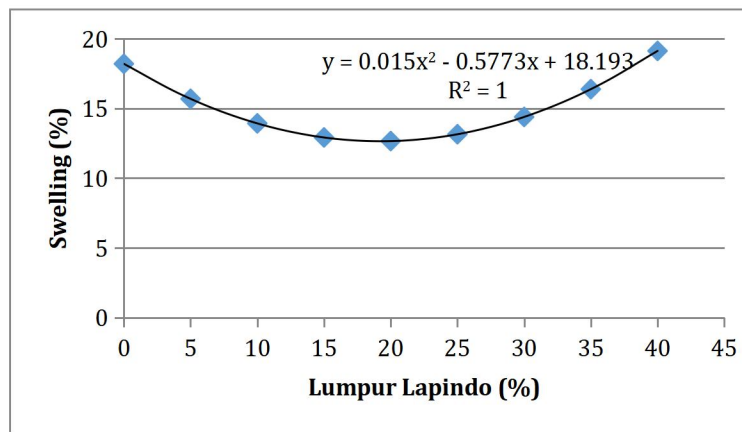
Persamaan regresi linear berganda :

$$Y = a + bX + cX^2$$

$$Y = 18,2 - 0,5773 X + 0,0150 X^2$$

Selanjutnya untuk menentukan nilai optimum digunakan turunan dari persamaan diatas. Karena pada kurva kuadrat, nilai tertinggi atau terendah (nilai puncak kurva) didapat pada saat $dY/dX = 0$, maka :

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,5773 + (2) \quad 0,0150 \quad X \\
 dY/dX &= -0,5773 + 0,0300 \quad X \\
 -0,030 \quad X &= -0,5773 \\
 &= -0,5773 \\
 X &= \frac{-0,5773}{-0,030} \\
 X &= \mathbf{19,2 \quad \% \text{ campuran optimum}}
 \end{aligned}$$



Gambar 9. Grafik Hasil Prediksi Nilai Swelling

Dari hasil hasil uji regresi pada gambar grafik diatas, disimpulkan bahwa nilai campuran optimum lumpur lapindo berada pada campuran 19,2%.

4. KESIMPULAN

Pencampuran lumpur lapindo pada uji swelling volumetrik dapat menurunkan persentase kembang arah volumetrik. Swelling arah volumetrik tanah asli sebesar 18,45%, pada campuran 5% lumpur lapindo terjadi penurunan swelling arah volumetrik tanah asli menjadi 15,20%, campuran 10% lumpur lapindo terjadi penurunan swelling arah volumetrik tanah asli menjadi 13,16%, campuran 15% lumpur lapindo terjadi penurunan swelling arah volumetrik tanah asli menjadi 12,88%, dan campuran 20% lumpur lapindo terjadi penurunan swelling arah volumetrik tanah asli menjadi 11,40%. Dari pengujian yang dilakukan campuran optimum lumpur lapindo untuk menstabilisasi tanah didapat pada campuran 19,2%. Dari hasil yang telah diperoleh disimpulkan bahwa pencampuran lumpur lapindo sebagai bahan stabilisasi swelling volumetrik(3D) tanah lempung ekspansif mempunyai pengaruh yang baik, karena mampu menurunkan nilai swelling dari tanah lempung ekspansif tipe tinggi Ampelgading.

5. REFERENSI

- [1] E. Setyono, Sunarto, and A. Moro Gumilang, "Pengaruh Penggunaan Bahan Serbuk Marmer Pada Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif," *Media Tek. Sipil*, vol. 16, no. 2, pp. 99–107, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/view/6245>.
- [2] A. T. Sudjianto, *Mekanika Tanah 1 Konsep Dasar dan Pengukuran Laboratorium*. Malang: Intimedia, 2020.
- [3] A. T. Sudjianto, *Tanah Ekspansif karakteristik dan Pengukuran Perubahan Volume*. Yogyakarta: PT. Graha Ilmu, 2015.
- [4] A. T. Sudjianto, "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl)," *Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 53–63, 2007.
- [5] A. T. Sudjianto, A. Suraji, and S. H. Susilo, "Analysis of Soil Characteristics on Expansive Clay Stabilization Using Shell Ash," *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 6, no. 6(114), pp. 58–64, 2021, doi: 10.15587/1729-4061.2021.245533.
- [6] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah 1*, Ke-3. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2005.
- [7] A. T. Sudjianto, A. Halim, O. Gembiranto, and S. H. Susilo, "Comparison of Fly Ash With Lapindo Mud as a Land Stabilizer for Landfill in Pasuruan-Indonesia," *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 3, pp. 19–26, 2021, doi: 10.15587/1729-4061.2021.234518.
- [8] A. I. Candra, S. Anam, Z. B. Mahardana, and A. D. Cahyono, "Studi kasus stabilitas struktur tanah lempung pada jalan totok kerot kediri menggunakan limbah kertas 1," vol. 2, no. 2, pp. 88–97, 2018.
- [9] P. J. Marcal *et al.*, "Stabilisasi Swelling Tiga Dimensi (3D) Tanah Lempung dengan Limbah Industri Kerajinan Marmer," vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [10] G. S. Utami and U. Usaha, "Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung pada Ruas Jalan Kertajaya Indah Timur Surabaya Dengan Lumpur Lapindo," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. V 2017*, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [11] Wikipedia, "Banjir lumpur panas Sidoarjo," *Wikipedia*, 2022. https://id.wikipedia.org/wiki/Banjir_lumpur_panas_Sidoarjo (accessed Sep. 21, 2022).
- [12] N. Anom Wiryasa and I. Sudarsana, "Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Bata Beton Pejal," *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2009.