



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 PRONOJIWO DENGAN LUMPUR LAPINDO

Ermelinda Bhau Wale^{1*)}, Agus Tugus Sudjianto²⁾, Mohammad Cakrawala³⁾

^{1,2,3)} Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel :

Naskah masuk, 27 Agustus 2022

Direvisi, 22 September 2022

Diterima, 13 Oktober 2022

Email Korespondensi :

lindabau39@gmail.com

ABSTRAK

Tanah lempung ekspansif adalah jenis tanah yang memiliki sifat kembang susut yang sangat tinggi. Bila suatu konstruksi dibangun diatas tanah lempung ekspansif maka akan terjadi kerusakan-kerusakan yang berakibat buruk bagi konstruksi tersebut. Pada penelitian ini akan menggunakan lumpur lapindo sebagai bahan untuk memperbaiki sifat fisis, sifat mekanis tanah dan swelling volumetrik tanah lempung ekspansif didaerah kecamatan pronojiwo. Komposisi campuran limbah karbit dan tanah lempung ekspansif yang akan digunakan adalah Tanah 100% + lumpur lapindo 0%, tanah 95% + lumpur lapindo 5%, tanah 90% + lumpur lapindo 10%, tanah 85% + lumpur lapindo 15% dan tanah 80% + lumpur lapindo 20%. Pengujian yang dilakukan pada tanah lempung ekspansif pronojiwo meliputi uji sifat fisis dan sifat mekanis. Pada campuran 5% limbah lumpur lapindo menurunkan indeks plastisitas tanah asli dari 84,33% menjadi 32,96% dan campuran lumpur lapindo 20% dapat meningkatkan Kuat tekan bebas tanah asli dari 0,100 Kg/cm² menjadi 0,801 Kg/cm². Hasil pengujian swelling volumetrik tanah menurun dari 14,85% menjadi 3,94% pada campuran 20%. persentase campuran lumpur lapindo yang optimum untuk menstabilisasi tanah lempung ekspansif pada campuran 14,55 %.

Kata Kunci : *Tanah Lempung Ekspansif, Sifat Fisis, Sifat Mekanis , Lumpur Lapindo*

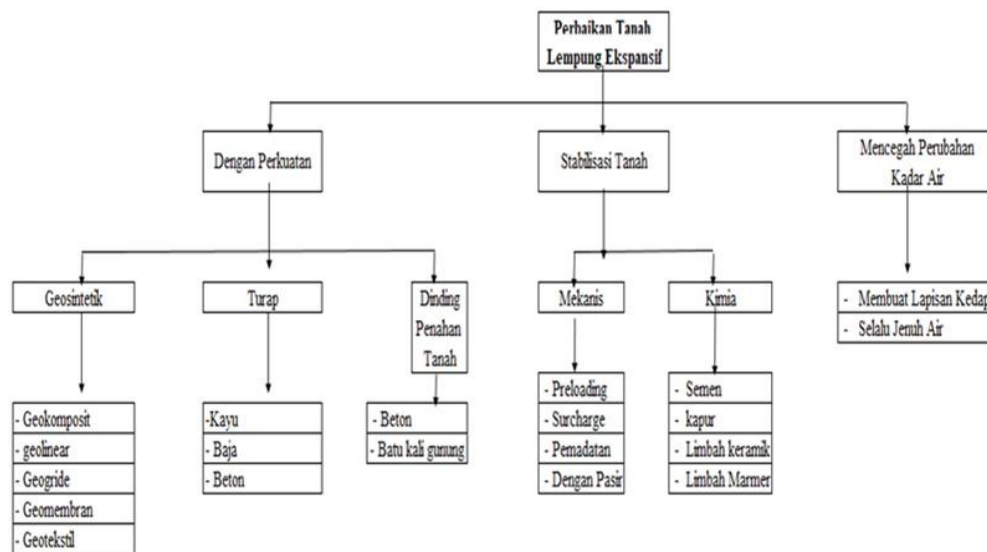
1. PENDAHULUAN

Tanah lempung ekspansif merupakan jenis tanah yang dapat merusak konstruksi bangunan. Karena memiliki sifat kembang susut yang tinggi, kompersibilitas yang besar dan daya dukung yang rendah. Kandungan silika (SiO₂) dan kandungan kapur (CaO) yang dimiliki oleh lumpur lapindo merupakan unsur yang dibutuhkan dalam proses kimiawi tanah lempung ekspansif, yang akan memproduksi ion-ion kalsium tinggi yang bisa mengikat dan berada di sekeliling partikel-partikel

tanah lempung ekspansif sehingga bisa mengurangi tarikan terhadap partikel air. (SiO_2) dan CaO tersebut bisa membuat perbaikan terhadap sifat-sifat tanah khususnya tanah yang memiliki ukuran diameter butiran halus seperti tanah lempung ekspansif. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pencampuran limbah karbit terhadap sifat fisis dan mekanis tanah lempung ekspansif.

a. Tanah Lempung Ekspansif

Tanah berbutir halus yang mempunyai ukuran koloidal yang dibentuk akibat dari mineral-mineral ekspansif (montmorillonite, illite, kaolinite, halloysite, chlorite, vermiculite dan attapulgite) merupakan pengertian dari tanah lempung ekspansif. Tanah ini mempunyai kemampuan kembang susut yang besar, jika terjadi perubahan kadar air.[1] Sifat kembang susut yang dimiliki oleh tanah lempung ekspansif ini berkaitan langsung dengan kadar mineral lempung terutama mineral montmorillonite dan illite. Apabila kadar mineral lempung meningkat, akan mengakibatkan luas permukaan meningkat, dan batas cair serta indeks plastisitas juga akan meningkat, akibatnya kemampuan kembang susut tanah lempung ekspansif akan mengalami peningkatan [2][3].



Gambar 1. Perbaikan Tanah Lempung Ekspansif (Mochtar, 2002)

b. Swelling Volumetrik

Uji swelling volumetrik (3D) ialah uji utama dalam penelitian ini dimana pengukuran tanah lempung ekspansif menggunakan metode kembang volumetrik tanpa beban dengan jangka sorong digital.[4]

c. Lumpur Lapindo

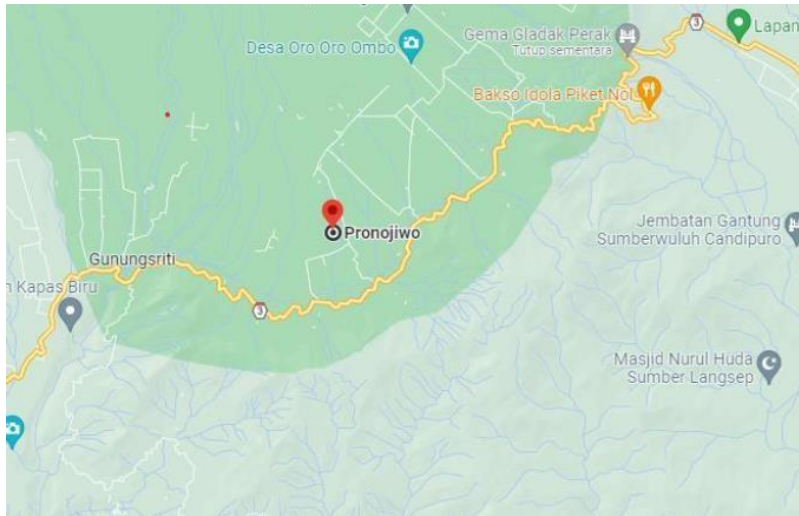
Lumpur lapindo memiliki kandungan silika (SiO_2) yang lebih tinggi dari semen namun kandungan kapurnya (CaO) lebih rendah dari semen. Kandungan silika berfungsi sebagai material pengisi (filler), sehingga sangat mendukung sebagai bahan dalam pembuatan batu bata, genteng keramik, paving block. Sedangkan kandungan kapur berperan dalam proses pengikatan.[5]

2. METODE PENELITIAN

a. Pengambilan Sampel Tanah Lempung Ekspansif

Pengambilan sampel tanah lempung ekspansif, diambil secara langsung di daerah Kecamatan Pronojiwo, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Dipilihnya daerah ini, karena

dampak kerusakan konstruksi jalan raya dan bangunan ringan akibat tanah lempung ekspansif yang sangat dirasakan oleh masyarakat dan pengguna jalan yang melintas di daerah Kecamatan Pronojiwo.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Lempung Ekspansif

b. Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Karbit

Pengambilan sampel lumpur lapindo diambil secara langsung dari Porong sebanyak 2 karung (100 kg), yang berlokasi di Porong, Sidoarjo Jawa Timur.



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel Lumpur Lapindo

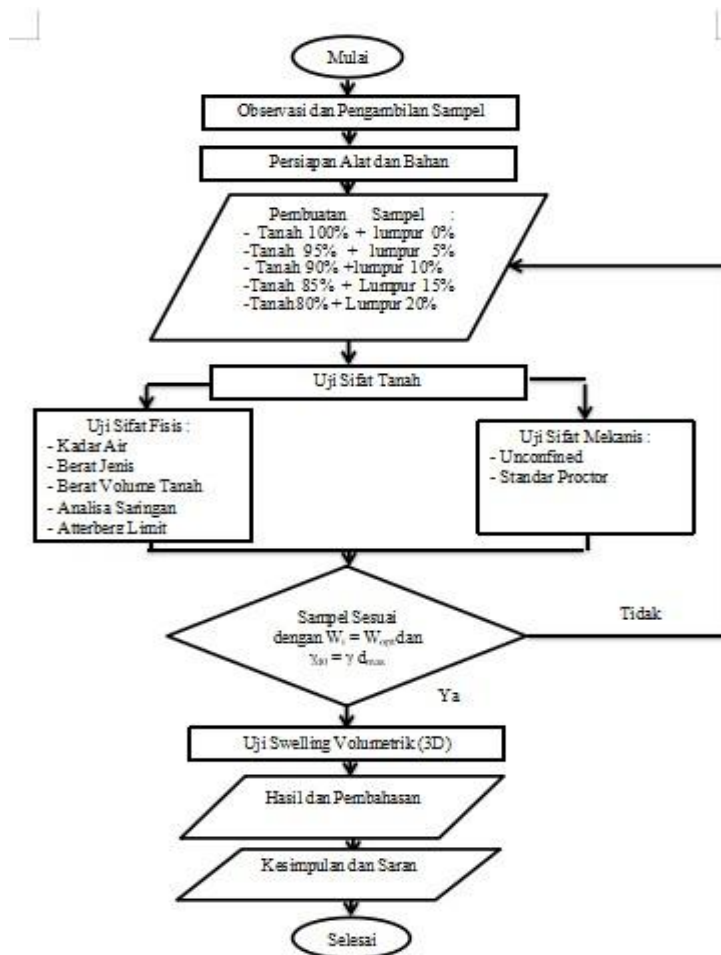
c. Persiapan Bahan dan Peralatan Uji di Laboratorium

Mempersiapkan peralatan maupun sampel untuk uji pendahuluan maupun uji utama di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang. Benda uji adalah tanah asli dan tanah campuran dibuat dengan komposisi campuran seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Campuran Tanah dan Limbah Karbit

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

Pada penelitian ini, pengujian yang dilakukan pada tanah lempung ekspansif meliputi uji sifat fisis (kadar air, berat jenis, berat volume tanah, analisa ayakan dan atterberg limit) dan sifat mekanis (unconfined dan standar proctor). Kegiatan ini mulai dari proses pengumpulan data, pengolahan analisis data dan cara pengambilan keputusan secara umum. Secara ringkas tahapan penelitian ini mulai dari awal sampai akhir seperti pada Gambar 4.

**Gambar 4.** Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian sifat fisis dan sifat mekanis tanah asli dan tanah campuran seperti pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2. Hasil uji sifat fisis tanah asli memperlihatkan bahwa tanah lempung Tirtoyudo merupakan tanah lempung ekspansif dengan kategori sangat tinggi, dengan $IP > 35$ [2][6], dengan daya dukung tanah yang rendah, dengan nilai Q_u sebesar $0,34 \text{ kg/cm}^2$.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tanah Asli

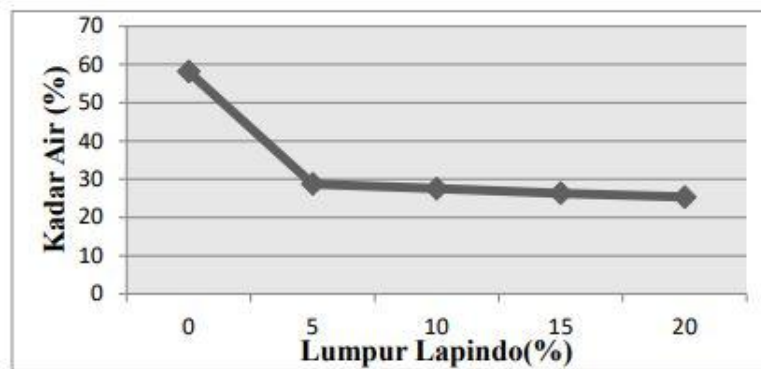
No	Properties	Tanah Tirtoyudo
1	Kadar Air (%)	58,13
2	Berat Jenis	1,471
3	Berat Volume Tanah	
	γ_w (gr/cm ³)	0,116
	γ_d (gr/cm ³)	0,078
4	Batas Atterberg	
	Batas Cair (%)	9,33
	Batas Plastis (%)	14
	Indeks Plastisitas (%)	84,33
5	Unconfined	
	Q_u (kg/cm ²)	0,100
	Unit Strain	0,28
6	Standar Proctor	
	$W_{optimum}$ (%)	73,64
	γ_{dmax} (gr/cm ³)	0,579
7	Swelling	14,85
8	Klasifikasi	Sistem Unified
		CH

Tabel 3. Hasil Pengujian Tanah Campuran Lumpur Lapindo

Tabel Hasil Pengujian Tanah Campuran Lumpur Lapindo													
No	Sampel Tanah	W (%)	GS	Berat Isi (gr/cm ³)		Batas Atterberg (%)			Unconfined (kg/cm ²)		Standar Proctor		Swelling
				γw	γd	LL	PL	PI	Qu	Strain	Wopt (%)	γdma x	
1	T 95 % + LL 5 %	28,74	1,538	0,119	0,076	85,47	12	73,47	0,563	0,41	67,14	0,707	7,48
2	T 90 % + LL 10%	27,53	1,606	0,114	0,075	63,48	10	53,48	0,669	0,34	61,71	0,829	5,74
3	T 85 % + LL 15%	26,32	1,673	0,113	0,071	62,22	9	53,22	0,760	0,28	64,29	0,77	5,45
4	T 80% + LL 20%	25,36	1,741	0,109	0,069	39,93	7	32,96	0,801	0,34	55,28	1,052	3,94

a. Pengujian Kadar Air

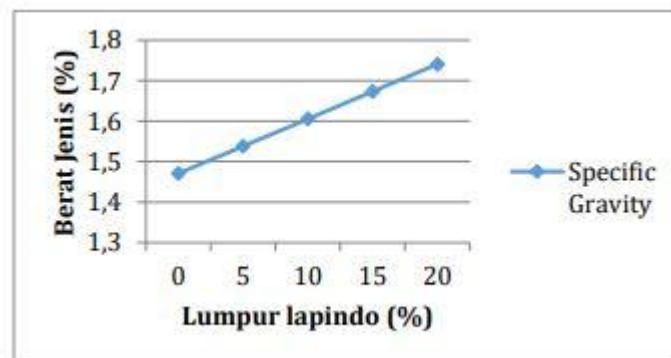
Pengaruh lumpur lapindo terhadap kadar air disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase campuran lumpur lapindo maka nilai kadar air tanah menjadi semakin rendah. Kadar air tanah asli sebesar 58,13%, jika tanah dicampur dengan lumpur lapindo sebesar 5% mampu menurunkan kadar air tanah asli menjadi 28,74%, pada campuran lumpur lapindo sebesar 10% mampu menurunkan kadar air tanah asli menjadi 27,53%, pada campuran lumpur lapindo 15% mampu menurunkan kadar air tanah asli menjadi 26,32%, dan pada campuran lumpur lapindo 20% mampu menurunkan kadar air tanah asli menjadi 25,36%.



Gambar 5. Grafik pengaruh lumpur lapindo terhadap kadar air

b. Pengujian Berat Jenis

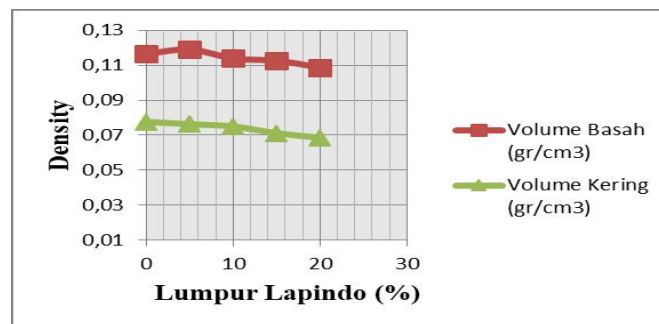
Dari grafik pengaruh lumpur lapindo terhadap berat jenis dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase campuran lumpur lapindo maka nilai berat jenis tanah menjadi semakin meningkat. Berat jenis tanah asli sebesar 1,471, jika tanah dicampur dengan lumpur lapindo sebesar 5% mampu meningkatkan berat jenis tanah asli tersebut menjadi 1,538, pada campuran lumpur lapindo sebesar 10% mampu meningkatkan berat jenis tanah asli tersebut menjadi 1,606, pada campuran lumpur lapindo 15% mampu meningkatkan berat jenis tanah asli tersebut menjadi 1,673, dan pada campuran lumpur lapindo 20% mampu meningkatkan berat jenis tanah asli tersebut menjadi menjadi 1,741.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Lumpur Lapindo Terhadap Berat Jenis

c. Pengujian Berat Volume Tanah

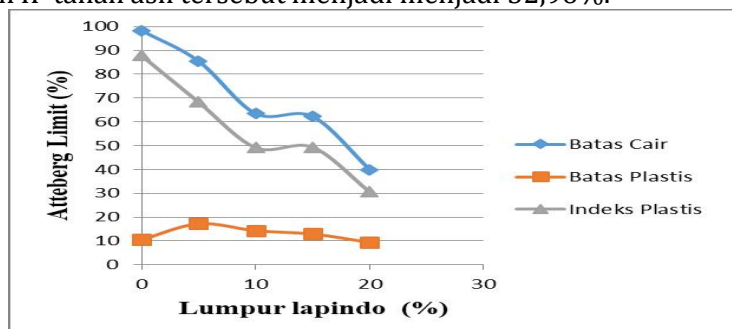
Dari grafik pengaruh lumpur lapindo terhadap berat volume tanah dapat disimpulkan bahwa pengaruh campuran lumpur lapindo terhadap berat volume kering (γ_{dry}) dan berat volume basah (γ_{wet}) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi campuran lumpur lapindo maka nilai berat volume tanah akan semakin menurun. Tanah asli berat volume kering sebesar 0,078 (gr/cm^3) dan berat volume basah 0,116 (gr/cm^3), jika tanah dicampur dengan lumpur lapindo sebesar 5% mampu menurunkan berat volume kering tanah asli sebesar 0,076 (gr/cm^3) dan berat volume basah tanah asli naik sebesar 0,119 (gr/cm^3), pada campuran lumpur lapindo sebesar 10% mampu menurunkan berat volume kering tanah asli sebesar 0,075 (gr/cm^3) dan berat volume basah tanah asli turun sebesar 0,114 (gr/cm^3), pada campuran lumpur lapindo 15% mampu menurunkan berat volume kering tanah asli sebesar 0,071 (gr/cm^3) dan berat volume basah tanah asli turun sebesar 0,113 (gr/cm^3), dan pada campuran lumpur lapindo sebesar 20% mampu menurunkan berat volume kering tanah asli sebesar 0,069 (gr/cm^3) dan berat volume basah tanah asli turun sebesar 0,109 (gr/cm^3).



Gambar 7. Grafik Pengaruh Lumpur Lapindo Terhadap Berat Volume

d. Pengujian Atterberg Limit

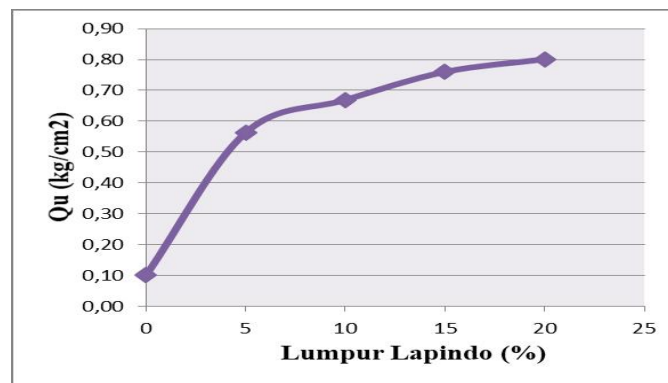
Dari grafik pengaruh lumpur lapindo terhadap atterberg limit dapat disimpulkan bahwa pengaruh campuran lumpur lapindo terhadap indeks plastisitas bisa menurunkan nilai IP tanah asli. Indeks plastis tanah asli sebesar 84,33 %, jika tanah dicampur dengan lumpur lapindo sebesar 5% mampu menurunkan IP tanah asli menjadi 73,47%, pada campuran lumpur lapindo sebesar 10% mampu menurunkan IP tanah asli tersebut menjadi 53,48%, pada campuran lumpur lapindo 15% mampu menurunkan IP tanah asli tersebut menjadi 53,22%, dan pada campuran lumpur lapindo 20% mampu menurunkan IP tanah asli tersebut menjadi menjadi 32,96%.



Gambar 8. Grafik Pengaruh Lumpur Lapindo Terhadap Atterberg Limit

e. Pengujian Unconfined

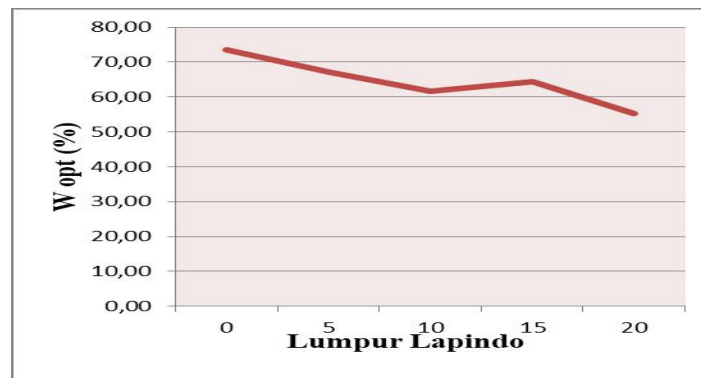
Dari grafik pengaruh lumpur lapindo terhadap unconfined dapat disimpulkan bahwa pengaruh campuran lumpur lapindo terhadap kuat tekan bebas relatif bisa meningkatkan Q_u tanah asli. Q_u tanah asli sebesar $0,100 \text{ kg/cm}^2$, jika tanah dicampur dengan lumpur lapindo sebesar 5% mampu meningkatkan Q_u tanah asli menjadi $0,563 \text{ kg/cm}^2$, pada campuran lumpur lapindo sebesar 10% mampu meningkatkan Q_u tanah asli menjadi $0,669 \text{ kg/cm}^2$, pada campuran lumpur lapindo 15% mampu meningkatkan Q_u tanah asli tersebut menjadi $0,760 \text{ kg/cm}^2$, dan pada campuran lumpur lapindo 20% mampu meningkatkan Q_u tanah asli menjadi $0,801 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 9. Grafik Pengaruh Lumpur Lapindo Terhadap Unconfined

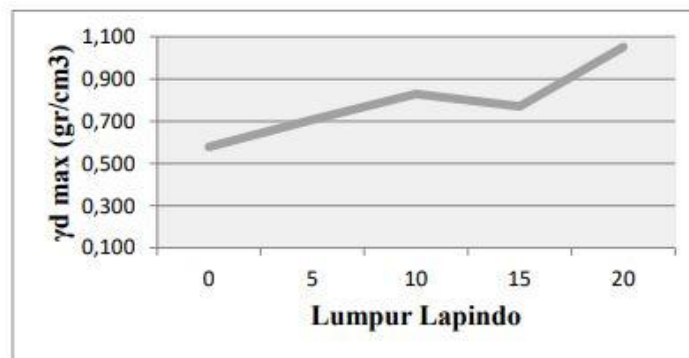
f. Pengujian Standar Proctor

Dari grafik pengaruh lumpur lapindo terhadap kadar air optimum dapat disimpulkan bahwa pengaruh campuran lumpur lapindo terhadap kadar air optimum bervariasi. W_{opt} tanah asli sebesar 73,64%, jika tanah dicampur dengan lumpur lapindo sebesar 5% mampu menurunkan W_{opt} tanah asli menjadi 67,14%, pada campuran lumpur lapindo sebesar 10% mampu menurunkan W_{opt} tanah asli tersebut menjadi 61,71%, pada campuran lumpur lapindo 15% mampu meningkatkan W_{opt} tanah asli tersebut menjadi 64,29%, dan pada campuran lumpur lapindo 20% mampu menurunkan W_{opt} tanah asli tersebut menjadi menjadi 55,280%.



Gambar 10. Grafik Pengaruh Lumpur Lapindo Terhadap Kadar Air Optimum

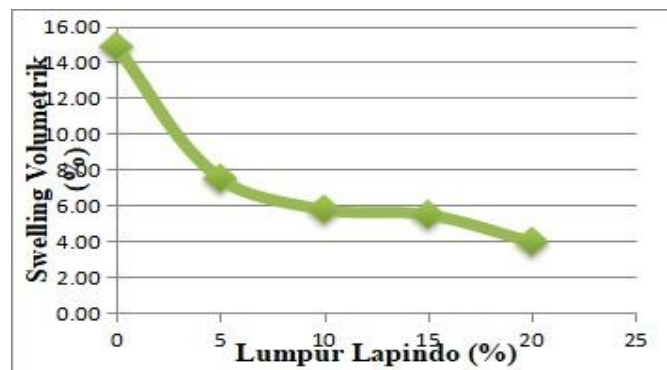
Dari grafik pengaruh lumpur lapindo terhadap berat volume kering maksimum disimpulkan bahwa pengaruh campuran lumpur lapindo terhadap berat volume kering maksimum relatif bisa meningkatkan γ_{dmax} tanah asli. γ_{dmax} tanah asli sebesar 0,579 gr/cm³, jika tanah dicampur dengan lumpur lapindo sebesar 5% mampu meningkatkan γ_{dmax} tanah asli menjadi 0,707 gr/cm³, pada campuran lumpur lapindo sebesar 10% mampu meningkatkan γ_{dmax} tanah asli menjadi 0,829 gr/cm³, pada campuran lumpur lapindo 15% mampu meningkatkan γ_{dmax} tanah asli tersebut menjadi 0,770 gr/cm³, dan pada campuran lumpur lapindo 20% mampu meningkatkan γ_{dmax} tanah asli menjadi 1,052 gr/cm³.



Gambar 11. Grafik Pengaruh Lumpur Lapindo Terhadap Berat Kering Max

g. Swelling Volumetrik

Dari grafik pengaruh lumpur lapindo terhadap swelling volumetrik dapat disimpulkan bahwa lumpur lapindo bisa menurunkan swelling volumetrik tanah lempung ekspansif pronojiwo. Swelling arah volumetrik tanah asli sebesar 14,85%, jika tanah dicampur dengan lumpur lapindo sebesar 5% mampu menurunkan swelling arah volumetrik tanah asli menjadi 7,48%, pada campuran lumpur lapindo sebesar 10% mampu menurunkan swelling arah volumetrik tanah asli menjadi 5,74%, pada campuran lumpur lapindo 15% mampu menurunkan swelling arah volumetrik tanah asli menjadi 5,45%, dan pada campuran lumpur lapindo 20% mampu menurunkan swelling arah volumetrik tanah asli menjadi 3,94%.



Gambar 12. Pengaruh Lumpur Lapindo Terhadap Swelling Volumetrik

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan yaitu analisis penambahan lumpur lapindo terhadap sifat fisis dan sifat mekanis tanah lempung ekspansif dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

- 1) Penambahan lumpur lapindo mempengaruhi sifat fisis tanah lempung ekspansif, Semakin bertambahnya persentase campuran lumpur lapindo maka kadar air akan mengalami penurunan dan berat jenis tanah akan mengalami peningkatan. Pada uji kadar air terendah ada pada komposisi campuran lumpur lapindo 20% yaitu 35,53% dan pada uji berat jenis paling tertinggi pada komposisi campuran 20% yaitu 1,741. Pada uji atterberg limit lumpur lapindo mampu menurunkan indeks plastisitas tanah, nilai indeks plastisitas yang terendah terdapat pada campuran limbah karbit 20% sebesar 32,96%
- 2) Penambahan lumpur lapindo mempengaruhi sifat mekanis tanah lempung ekspansif. Lumpur lapindo bisa menaikkan nilai kuat tekan bebas tanah, nilai kuat tekan bebas yang paling tinggi terdapat pada campuran lumpur lapindo 20% sebesar 0,801 kg/cm². Pada uji standar proctor

komposisi campuran lumpur lapindo yang terendah untuk menurunkan kadar air optimum tanah terdapat pada campuran lumpur lapindo 20% dengan penurunan kadar air optimum dari 73,64% menjadi 55,28% serta bisa meningkatkan berat volume kering maximum dari 0,579 gr/cm³ menjadi 1,052 gr/cm³.

- 3) Penambahan lumpur lapindo pada uji swelling volumetrik dapat menurunkan presentase kembang arah volumetrik. presentase kembang arah volumetrik yang paling terendah berada pada campuran lumpur lapindo 20% sebesar 3,94%

5. REFERENSI

- [1] T. Sudjianto, A. Suraji, and S. H. Susilo, "Analysis Of Soil Characteristics On Expansive Clay Stabilization," vol. vol.6, p. Hal 58-64, 2021, doi: 10.15587/1729-4061.2021.245533.
- [2] A. T. Sudjianto, *Tanah Ekspansi Karakteristik dan Pengukuran Perubahan Volume*. Malang: Graha Ilmu, 2015.
- [3] E. E. Hangge, R. A. Bella, and M. C. Ullu, "Pemanfaatan Fly Ash Untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif," *J. Tek. Sipil*, vol. Vol.10, no. 1, p. Hal.1-14, 2021.
- [4] P. J. Marcal *et al.*, "Stabilisasi Swelling Tiga Dimensi (3d) Tanah Lempung Ekspansif Dengan Limbah Industri Kerajinan Marmer," *J. Bouwplank*, vol. 2, no. 1, pp. 1-10, 2022.
- [5] 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.
- [6] A. T. Sudjianto and A. Halim, "Comparison Of Fly Ash With Lapindo Mud As A Landstabilizer For Landfill In Pasuruan-Indonesia," vol. vol.3, p. Hal.19-26, 2021, doi: 10.15587/1729- 4061.2021.234518.
- [7] Budiman, N. A, 2013. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Lempung Ekspansif. *Ilmiah Teknik Sipil*, Vol. 17, No. 1, 84-96.