



Analisis Pengaruh Perbandingan Tanah Lempung Tanah Berpasir Dengan Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai Cbr Dan Klasifikasi Tanah

Arman Is Dorus Gulo¹, Ariyanto Laia²

^{1,2} Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia

Jl. Teladan No.15, Teladan Bar., Kec. Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara 20214

Email: armangulo1999@gmail.com

Abstrak

Tanah adalah dasar dari suatu pondasi struktur jalan, bangunan dan juga pekerjaan sipil lainnya dimana materialnya terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut). Bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini adalah fly ash.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Berdasarkan hasil pengujian penelitian penggunaan tanah lempung, tanah berpasir dengan penambahan fly ash, didapatkan nilai CBR setelah terkoreksi dengan Persentase 50% tanah lempung 50% tanah berpasir memperoleh nilai CBR sebesar 10,56% dengan klasifikasi tanah A-4. penggunaan 50% tanah lempung, tanah berpasir 45% dengan penambahan fly ash 5% memperoleh nilai CBR sebesar 16,09% dengan klasifikasi tanah A-5. Persentase penggunaan 50% tanah lempung, tanah berpasir 40% dan fly ash 10% memperoleh nilai CBR 22,67% dengan klasifikasi tanah A-5. Persentase penggunaan 50% tanah lempung, tanah berpasir 35% dan fly ash 15% memperoleh nilai CBR 26,67 dengan klasifikasi tanah A-5.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Tanah Berpasir, Fly Ash, CBR dan Klasifikasi Tanah.

PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar dari suatu pondasi struktur jalan, bangunan dan juga pekerjaan sipil lainnya, sehingga daya dukung yang baik dan juga penurunan yang terjadi harus sesuai dengan kriteria perencanaan. Untuk pekerjaan baik perencanaan dan pelaksanaan konstruksi, harus dilakukan pengujian karakteristik baik dari tanah yang akan digunakan sebagai material konstruksi tersebut, hal ini dilakukan untuk dapat menghindari terjadinya kegagalan struktur (Aisah, 2022). Tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan/ konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada (Chaniago, 2019).

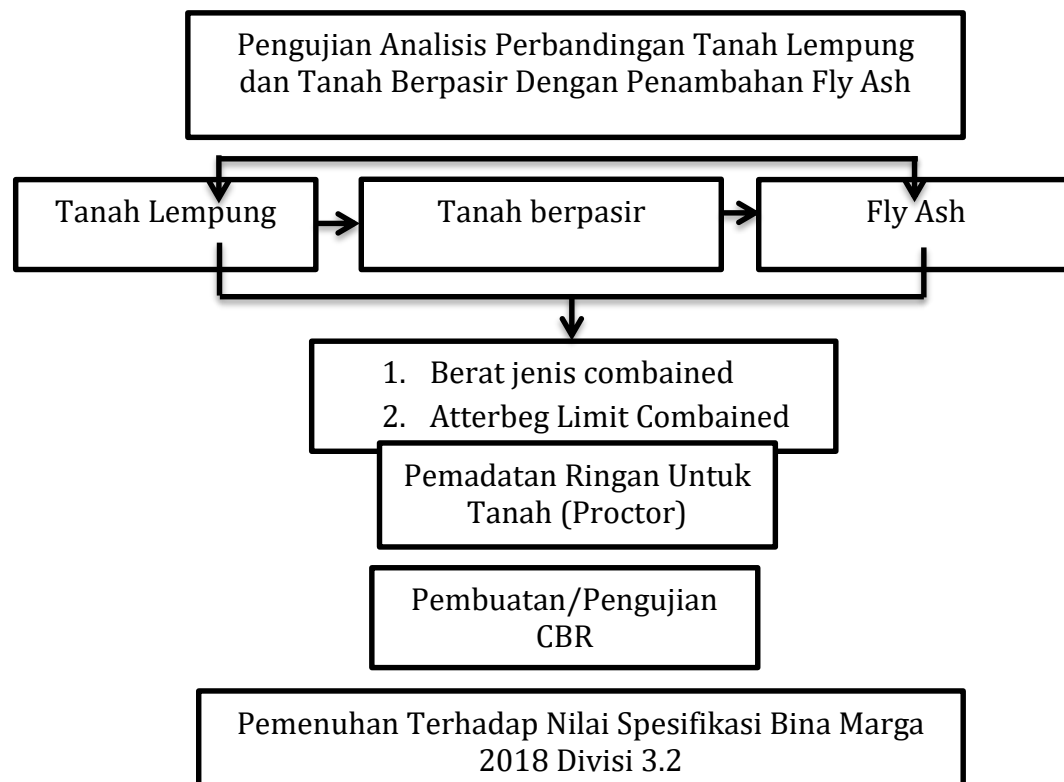
Menurut Daniel (2019), dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Graziose, 2018).

Berdasarkan Hakam (2010) pengertian tanah diatas peneliti menyimpulkan tanah adalah dasar dari suatu pondasi struktur jalan, bangunan dan juga pekerjaan sipil lainnya dimana materialnya terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut) .

Kusuma (2016) Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastisitas pada tanah bila di campur dengan air. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi, kohesifitas yang besar berakibat fluktuasi kembang susut yang relatif besar. Kondisi tanah basah volume tanah akan mengembang sehingga kuat gesernya akan rendah dan tanah akan lengket, sedangkan pada kondisi kering akan mengalami retakan-retakan akibat tegangan susut dan tanah dalam kondisi keras (SAFITRIANI, 2022). Selain itu tanah lempung mempunyai volume pori yang besar sehingga mempunyai berat isi dan sudut gesek yang kecil, hal ini menyebabkan penambahan suatu beban dan konstruksi bangunan pada tanah lempung tidak akan stabil. Contohnya adalah tanah di daerah Hiliwalo'o II sering kali mengalami kerusakan terutama pada jalan, dari kasus yang ada, bila jalan tersebut diperbaiki tidak sesuai dengan umur jalan yang direncanakan (Kusuma, 2013).

Tanah berpasir adalah jenis tanah yang memiliki kandungan pasir yang signifikan. Tanah ini ditandai oleh butiran pasir yang mencakup sebagian besar komposisinya (Manaf, 2015). Butiran pasir memiliki ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan dengan dengan lempung atau slit. Tanah berpasir memiliki tekstur yang kasar dan tidak menggumpal (Mina, 2016).

Bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini adalah abu fly ash yang bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan meningkatkan nilai daya dukung tanah yang berasal dari daerah Hiliwalo'o II Kecamatan Moro'o Kabupaten Nias Barat.



Gambar 1. Konsep Dasar Kerangka Pemikiran

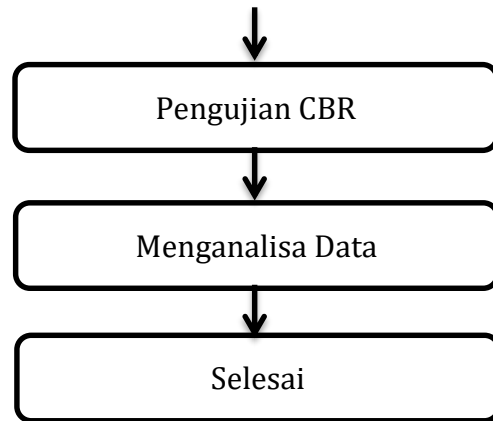
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Penyelidikan eksperimen dilaksanakan dalam Laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari nilai klasifikasi tanah lempung dengan campuran tanah berpasir terhadap nilai CBR.

Subjek penelitian adalah orang, tempat, atau benda yang diamati dalam rangka pembumbutan sebagai sasaran (Kamus Bahasa Indonesia, 1989: 862). Pada subjek penelitian ini memiliki populasi dan sampel dimana populasi pada penelitian ini adalah

seluruh jenis-jenis tanah sedangkan sampel pada penelitian ini adalah tanah kohesif (tanah lempung) dan tanah Non kohesif (tanah berpasir).





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian Analisa Saringan

Pada pengujian analisa saringan ini dilakukan berdasarkan ketentuan SNI ASTM C-136:2012. Dimana tujuan analisa saringan ini adalah sebagai acuan untuk menganalisa gradasi butiran dari agregat halus dan kasar termasuk agregat campuran.

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisa Saringan Persentase 50% Tanah Lempung 50% Tanah Berpasir

Timbunan Biasa				Massa Contoh Kering Oven		453 Gram
Ukuran Saringan		Massa Tertahan	Jumlah Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Lewat	Spesifikasi
ASTM No. 4	Mm	Gram	Gram	%	%	
	4,750	-	-	-	100,00	
No. 10	2,000	54,27	16,74	3,69	96,31	
No. 40	0,425	196,42	156,92	34,64	65,36	
No. 200	0,075	331,16	309,65	68,35	31,65	

Fine Modulus

0,38

Pengujian Berat Jenis

Pada pengujian berat jenis ini menggunakan ketentuan SNI 1964:2008. Tujuan dari pengujian berat jenis tanah ini adalah untuk mencari nilai berat jenis curah kering, berat jenis jenuh permukaan (JKP), berat jenis semu, dan penyerapam air pada agregat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Dengan Persentase 50% Tanah Lempung, Tanah Berpasir 50%

Nomer pengujian		I	II	Satuan
Nomer piknometer		E1	A5	-
Massa piknometer + benda uji	w_1	199,80	190,14	Gram
Massa piknometer	w_2	99,11	89,08	Gram
Massa tanah	$w_T = w_1 - w_2$	104,67	101,06	Gram
Temperature air		25		$^{\circ}\text{C}$
Massa piknometer + air + benda uji	w_3	407,32	398,00	Gram
Massa piknometer + air	w_4	347,61	338,06	Gram
	$w_5 = w_1 - w_2 + w_4$	448,30	439,12	Gram
Isi tanah	$w_5 - w_3$	40,98	41,12	Gram
Massa jenis tanah	$\frac{w_T}{w_5 - w_3}$	2,457	2,458	Cm3

Rata - rata

2,457 Gram

/cm³

Pengujian Atterberg Limit

Pada pengujian batas cair ini menggunakan ketentuan SNI 1967:2008. Tujuannya adalah untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya pada tanah kohesif, konsistensi tanah tergantung dari nilai batas cairnya. Disamping itu nilai batas cair ini digunakan untuk menentukan nilai indeks palstisitas tanah yaitu batas cair dikurangi dengan nilai batas plastis.

Tabel 3. Hasil Pengujian Atterberg Limit Dengan Persentase 50% Tanah Lempung, Tanah Berpasir 50%

Batas Cair (L. L)		Batas Plastis			
Banyak Pukulan		28,00			
Nomor Cawan		R28	R27	R24	
Massa Contoh Basah + Cawan	(gram)	38,67	23,95	23,84	
Massa Contoh Kering + Cawan	(gram)	32,85	21,68	21,58	
Massa Air	(gram)	5,82	2,27	2,26	
Massa Cawan	(gram)	12,86	12,79	12,83	
Massa Contoh Kering	(gram)	19,99	8,89	8,75	
Kadar Air	%	29,11	25,53	25,83	25,68

Uji Kepadatan Ringan

Pengujian pemadatan ringan pada tanah menggunakan ketentuan SNI 1742:2008 dimana tujuannya untuk mendapatkan nilai kadar optimum dan kering maksimum yang akan digunakan dalam pengujian CBR.

Tabel 4. Cara uji kepadatan ringan untuk tanah				
Uraian	Cara A	Cara B	Cara C	Cara D
Diameter cetakan (mm)	101,60	152,40	101,60	152,40
Tinggi cetakan (mm)	116,43	116,43	116,43	116,43
Volume cetakan (cm ³)	943	2124	943	2124
Masa penumbuk (kg)	2,5	2,5	2,5	2,5
Tinggi jatuh penumbuk (mm)	305	305	305	305
Jumlah lapis	3	3	3	3
Jumlah tumbukan per lapis	25	56	25	56
Bahan lolos saringan	No.4	No.4	19,00m	19,00
	(4,75)	(4,75)	m	mm
			(3/4")	(3/4")

Pengujian CBR

Pada pengujian CBR ini menggunakan ketentuan SNI 1744:2012 dimana tujuannya untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar, fondasi bawah termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang.

Tabel 5. Hasil Pengujian CBR Dengan Persentase 50% Tanah lempung, Tanah Berpasir 50%

Jumlah Tumbukan	: 3 x 65 Tumbukan
------------------------	--------------------------

Kepadatan Kering		Perendaman	
		Sebelum	Sesudah
No. Cetakan		T	
Massa Tanah basah + Cetakan	(gram)	8184	8380
Massa Cetakan	(gram)	4154	4154
Massa Tanah Basah	(gram)	4030	4226
Isi Cetakan	(cm ³)	2106	2106
Kepadatan Basah (ρ)	(gram/cc)	1,914	2,007
Kepadatan Kering (ρ_d)	(gram/cc)	1,561	1,636

Kadar Air		Perendaman	
		Sebelum	Sesudah
No. Cawan		T26	T9
Massa Tanah Basah + Cawan	(gram)	369,90	463,80
Massa Tanah Kering + Cawan	(gram)	308,70	408,20
Massa Cawan	(gram)	38,11	162,71
Massa Air	(gram)	61,20	55,60
Massa Tanah Kering + Cawan	(gram)	270,59	245,49
Kadar Air	(%)	22,62	22,65

PEMBAHASAN

Tabel 6. Hasil Pengujian Setiap Persentase

Persentase 50% Tanah Lempung 50% Tanah Berpasir		Persentase 50% Tanah Lempung 45% Tanah Berpasir dan Fly Ash 5%		Persentase 50% Tanah Lempung 40% Tanah Berpasir dan Fly Ash 10%		Persentase 50% Tanah Lempung 35% Tanah Berpasir dan Fly Ash 15%	
Lolos saringan 200	31,65%	Lolos saringan 200	39,40 %	Lolos saringan 200	42,50 %	Lolos saringan 200	44,23 %
Batas cair	29,38%	Batas cair	41,22 %	Batas cair	41,55%	Batas cair	43,75 %

Indeks Plastisitas	3,70 %	Indeks Plastisitas	5,77%	Indeks Plastisitas	9,83 %	Indeks Plastisitas	12,20 %
Klasifikasi Tanah	A-4	Klasifikasi Tanah	A-5	Klasifikasi Tanah	A-5	Klasifikasi Tanah	A-5
Berat jenis	2,457gr am/ cm ³	Berat jenis	2,685 gram/ cm ³	Berat jenis	2,702 gram/ cm ³	Berat jenis	2,717 gram/ cm ³
Kadar air optimum	22,63%	Kadar air optimum	21,46%	Kadar air optimum	19,10 %	Kadar air optimum	17,33 %
Kepadatan kering	1,550 gram/ cm ³	Kepadatan kering	1,569 gram/ cm ³	Kepadatan kering	1,590 gram/ cm ³	Kepadatan kering	1,608 gram/ cm ³
Nilai CBR sebelum dikoreksi	9,68%	Nilai CBR sebelum dikoreksi	16,09%	Nilai CBR sebelum dikoreksi	22,52 %	Nilai CBR sebelum dikoreksi	27,67 %
Nilai CBR setelah koreksi	10,56%	Nilai CBR setelah dikoreksi	16,09%	Nilai CBR setelah dikoreksi	22,67 %	Nilai CBR setelah dikoreksi	26,67 %

Berdasarkan hasil pengujian penelitian penggunaan tanah lempung, tanah berpasir dengan penambahan fly ash, didapatkan nilai CBR setelah terkoreksi dengan presentase penggunaan tanah lempung 50% dan tanah berpasir 50% diperoleh nilai CBR sebesar 10,56% dengan klasifikasi tanah A-4 , penggunaan tanah lempung 50% tanah berpasir 45% dan fly ash 5% diperoleh nilai CBR sebesar 16,09% dengan klasifikasi tanah A-5, penggunaan tanah lempung 50% tanah berpasir 40% dan fly ash 10% diperoleh nilai CBR sebesar 22,67 dengan klasifikasi tanah A-5, penggunaan tanah lempung 50% tanah berpasir 35% dan fly ash 15% diperoleh nilai CBR sebesar 26,67% dengan klasifikasi tanah A-5.

Dari hasil pengujian persentase diatas peneliti dapat menyimpulkan bahwa persentase yang baik digunakan untuk timbunan pada konstruksi jalan khususnya timbunan biasa adalah persentase 50% tanah lempung, 35% tanah berpasir dan fly ash 15%. Dibawah ini cara untuk mendapatkan hasil persentase 50% tanah lempung, 35% tanah berpasir dan fly ash 15% sebagai berikut :

Analisa saringan dengan persentase 50% tanah lempung, 35% tanah berpasir dan fly ash 15%

Sesuai SNI ASTM C-136:2012 persen lolos dapat dihitung dengan persamaan atau rumus berdasarkan data yang didapatkan pengujian analisa saringan (Gradasi). Persamaan yang digunakan untuk menghitung persen tertahan dan persen lolos yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Lolos saringan N0.200 (\%)} &= 100\% - \text{Tertahan (\%)} \\ &= 100\% - 55,27 = 44,23\%\end{aligned}$$

Hasil persen lolos saringan No.200 merupakan salah satu nilai yang harus diketahui dalam menentukan klasifikasi tanah sesuai dengan ketentuan metode klasifikasi tanah AASTHO dan SNI 03-6707-2002 (tata cara klasifikasi tanah).

Berat Jenis dengan persentase 50% tanah lempung 35% berpasir dan fly ash 15%, Sesuai dengan pengujian berat jenis dan data-data yang didapatkan maka berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut Massa jenis tanah (Gs) = massa tanah (Wt) : isi tanah(Yt)

$$= 101,03 : 36,96 = 2,733 \text{ gram/cm}^3$$

$$= 101,16 : 37,45 = 2,701 \text{ gram/cm}^3$$

Massa jenis tanah (Gs) = $(2,733+2,701)/2 = 2,717 \text{ gram/cm}^3$ Atterberg limit dengan persentase 50% tanah lempung 35% tanah berpasir dan fly ash 15% Batas cair, Batas Cair = kadar air batas cair x faktor koreksi batas cair

$$= 44,19 \times 0,990 = 43,75\%$$

Hasil batas cair pada persentase 50% tanah lempung 35% tanah berpasir dan fly ash 15% sebesar 43,75% nilai batas cair berhubungan dengan menentukan suatu klasifikasi tanah.

$$\text{Batas plastis} = (32,19+32,58)/2 = 32,39\%$$

Indeks plastisitas

Berdasarkan hasil nilai batas cair dan batas plastis maka dapat diketahui nilai indeks plastisitas, dengan ketentuan rumus: Indeks Plastisitas = Batas Cair – Batas Plastis

$$= 43,75 - 32,38 = 11,36\%$$

Nilai indeks plastisitas dengan persentase 50% tanah lempung 35% tanah berpasir dan fly ash 15% sebesar 11,36%. Nilai indeks plastisitas berhubungan dalam menentukan klasifikasi tanah yang telah dilakukan pengujian laboratorium, pemadatan ringan dengan persentase 50% tanah lempung 35% tanah berpasir dan fly ash 15%

Berdasarkan SNI 1742 :2008 pemadatan ringan bertujuan untuk mendapatkan kadar air optimum dan nilai kering maksimum suatu agregat (tanah). Dan hasil uji

pemadatan ringan bisa mendapatkan kadar air optimum yang digunakan pada saat pembuatan benda uji CBR.

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan ringan maka ada 5 benda uji yang akan di uji, berdasarkan 5 benda uji tersebut akan dilakukan penambahan kadar air yang berbeda benda uji pertama kadar air 7 % benda uji kedua kadar airnya 10 % benda uji ketiga kadar airnya 13 % benda uji keempat kadar airnya 16 % benda uji kelima kadar airnya 19 % maka 5 benda uji tersebut kan dilakukan uji pemadatan ringan disetiap benda uji akan mendapatkan hasil setelah pengujian.

Setelah dilakukan pengujian pemadatan ringan dengan banyak tumbukan 25 sebanyak 3 lapis maka dilakukan penimbangan terhadap tanah basah dan cetakan. Dimana massa tanah basah pada cetakan pertama sebesar 4.936 gram, massa tanah basa pada cetakan kedua sebesar 5.195 gram, massa tanah basa pada cetakan ketiga sebesar 5.289 gram, massa tanah basa pada cetakan keempat sebesar 5.260 gram, massa tanah basa pada cetakan kelima sebesar 5.100 gram.

Setelah pengujian kepadatan ringan masing-masing cetakan dilakukan pengambilan kadar air, kadar air setelah pemadatan ringan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{massa air}}{\text{massa tanah kering}} \times 100$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar air cetakan 1} &= \frac{30,28}{268,39} \times 100 \\ &= \mathbf{11,28 \%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar air cetakan 2} &= \frac{38,91}{266,24} \times 100 \\ &= \mathbf{14,61\%}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar air cetakan 3} &= \frac{44,96}{259,46} \times 100 \\ &= \mathbf{17,33\%}\end{aligned}$$

$$\text{Kadar air cetakan 4} = \frac{52,46}{252,04} \times 100$$

$$= 20,81\%$$

$$\text{Kadar air cetakan 5} = \frac{34,15}{146,60} \times 100$$

$$= 23,29\%$$

Berdasarkan hasil penambahan kadar air dan setelah dilakukan pemadatan ringan. Dari hasil timbangan masa tanah basah + cetakan dan kadar air setelah pemadatan maka kadar air optimum yang digunakan untuk pembuatan benda uji CBR sebanyak 17,33 %.

e. CBR laboratorium dengan persentase 50% tanah lempung 35% tanah berpasir dan fly ash 15%

Badasarkan kadar air yang digunakan dan uji CBR laboratorium maka nilai CBR pada persentas 50% tanah lempung 35% tanah berpasir dan fly ash 15% dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban Terkoreksi}}{\text{Beban Standar}} \times 100$$

$$\text{CBR} = \frac{1.245,28}{4500} \times 100$$

$$\text{CBR} = 27,67\%$$

Sesuai dengan ketentuan SNI 1744:2012 terdapat nilai koreksi CBR berdasarkan grafik, adanya koreksi CBR dikarenakan adanya faktor error saat melakukan pengujian. Setelah dilakukan koreksi CBR memperoleh nilai sebesar 26,67%. Sesuai ketentuan SNI 1744:2012 nilai CBR yang digunakan adalah nilai koreksi CBR.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan maka dapat diambil beberapa kesimpulan persentase penggunaan 50% tanah lempung,tanah berpasir 50% memperoleh nilai CBR sebesar 10,56% dengan klasifikasi tanah A-4, persentase penggunaan 50% tanah lempung, tanah berpasir 45% dan fly ash 5% memperoleh nilai CBR 16,09% dengan klasifikasi tanah A-5, persentase penggunaan 50% tanah lempung, tanah berpasir 40% dan fly ash 10% memperoleh nilai CBR 22,67% dengan klasifikasi tanah A-5, persentase

penggunaan 50% tanah lempung, tanah berpasir 35% dan fly ash 15% memperoleh nilai CBR 26,67 dengan klasifikasi tanah A-5, penggunaan tanah lempung dan tanah berpasir mampu melakukan perubahan nilai CBR dan klasifikasi tanah dimana dengan penggunaan tanah berpasir klasifikasi tanah tidak termasuk golongan tanah A-76 (tanah lempung lanau). Sedangkan dengan melakukan penambahan fly ash semakin tinggi mampu meningkatkan nilai CBR lebih tinggi serta perubahan sifat fisis dan kalsifikasi tanah semakin lebih baik. Berdasarkan hasil pengujian penggunaan tanah lempung tanah berpasir dan fly ash dapat digunakan pada konstruksi serta nilai daya dukung tanah yang lebih baik didapatkan pada tanah lempung 50% tanah berpasir 35% dan fly ash 15%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, E., & Gofar, N. (2022). Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Stabilitas Lereng Menggunakan Program Perisi. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 18(2), 133-147.
- Chaniago, R. (2019). *Ragam Olahan Sayur Indigenous Khas Luwuk*. Deepublish.
- Daniel, F., & Taneo, P. N. (2019). *Teori Graf*. Deepublish.
- Graziose, M. M., Downs, S. M., O'Brien, Q., & Fanzo, J. (2018). Systematic review of the design, implementation and effectiveness of mass media and nutrition education interventions for infant and young child feeding. *Public health nutrition*, 21(2), 273-287.
- Hakam, A., Yuliet, R., & Donal, R. (2010). Studi pengaruh penambahan tanah lempung pada tanah pasir pantai terhadap kekuatan geser tanah. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(1), 11-22.
- Kusuma, R. I., & Mina, E. (2016). Tinjauan Sifat Fisis dan Mekanis Tanah (Studi Kasus: Jalan Carenang Kabupaten Serang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2).
- Kusuma, R. I., Mina, E., & Irhamna, A. F. (2013). Stabilisasi tanah lempung menggunakan fly ash terhadap nilai CBR. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 2(2).
- Manaf, A. A., Syafiq, A. K., Sum, S. M., Lyndon, N., Ramli, Z., Saad, S., ... & Jali, M. F. M. (2015). Sempadan dan pertikaian pemilikan tanah adat di Sarawak (Boundaries and customary land ownership disputes in Sarawak). *Geografia*, 11(7).
- Mina, E., & Kusuma, R. I. (2016). Pengaruh fly ash terhadap nilai CBR dan sifat-sifat propertis tanah studi kasus: Jalan Raya Bojonegara KM 19 Serang Banten. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2).

Nasional, B. S. (2012). Metode uji CBR laboratorium. Sni, 1744, 2012.

Nasional, B. S., & SNI, S. (1964). Cara uji berat jenis tanah. SNI, 2008, 2008.

SAFITRIANI, N. (2022). PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS BOSOWA).

Simanjuntak, M. R. A., Lubis, K., & Rangkuti, N. M. (2017). Stabilization of Clay Lands with Coastal Sand Mixes on CBR Value. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 1(9), 96-104.

Siregar, A. C., Yatnikasari, S., Agustina, F., Vebrian, V., & Subandi, S. (2022). Pemanfaatan Material Lokal Laterite Simpang Pasir Kecamatan Palaran Kota Samarinda Sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran Beton Normal. *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri*, 89-94.

Sitinjak, J., Sarie, F., & Hendri, O. (2021). STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN PASIR PANTAI TERHADAP NILAI CBR: STABILIZAION OF CLAY USING BEACH SAND ON CBR VALUE. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA*, 4(1), 45-52.

Surendro, B. (2014). *Mekanika Tanah*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Susilowati, F., Haza, Z. F., & Sulistyorini, D. (2019). Studi Eksperimental Pengujian Pemadatan Tanah Di Gunungkidul Dengan Metode Standard Proctor. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 4(1), 25-32.

Walewangko, B. Y., Sompie, O. B., & Sumampouw, J. E. (2020). Pengaruh penambahan fly ash dan tras pada tanah lempung terhadap NILAI CBR. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1).

Wuisan, I. R., Ticoh, J. H., & Rondonuwu, S. G. (2021). Stabilisasi Tanah Pasir Berlempung Menggunakan Campuran Kapur Dan Garam Dapur Terhadap Nilai CBR. *TEKNO*, 19(77).