

Korelasi Nilai Kuat Geser Dengan *Indeks Plastisitas* Pada Tanah Lempung

Muthia Anggraini^{1*}, Virgo Trisep Haris²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lancang Kuning, Jl. Yos Sudarso KM. 08 Pekanbaru, 28265, Indonesia

*muthia@unilak.ac.id

Abstrak

Kekuatan geser merupakan parameter penting dalam desain geoteknik. Kondisi tanah lempung yang sangat mudah berubah bentuk dan ditandai dengan kuat geser rendah. Korelasi yang berguna ada diantara indeks sifat dan diperoleh dari pengujian rutin sederhana dan kekuatannya dan sifat deformasi tanah kohesif. Nilai liquid limit dan plasticity index sangat mempengaruhi cohesion serta properties tanah. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui korelasi nilai kuat geser dengan indeks plastisitas pada Tanah Lempung. Metode yang digunakan adalah pendekatan laboratorium untuk pengujian propertis tanah lempung dan pengujian uji geser menurut SNI3420:2016. Hasilnya dengan analisis regresi mendapatkan persamaan matematis $c = -0,006 (LL) + 0,3983$ dengan $R^2 = 0,7464$ dan $c = -0,0047 (PI) + 0,1897$ dengan $R^2 = 0,5686$. Kesimpulannya korelasi dari nilai kuat geser yaitu parameter cohesion dengan indeks plastisitas yaitu kuat artinya nilai plastisitas indeks tinggi maka nilai cohesion rendah.

Kata Kunci: Indeks Plastisitas, Batas Cair, Tanah Lempung, Kohesi

1. Pendahuluan

Semua konstruksi yang berkaitan dengan ilmu Teknik Sipil erat kaitannya dengan tanah, karena berfungsi sebagai fondasi bangunan tersebut. Sebagai fondasi, tanah berfungsi sebagai penahan beban konstruksi yang ada di atasnya [1]. Tanah dengan jenis kohesif atau jenis tanah lempung jika dijadikan sebagai *subgrade* maka perlu dilakukan perbaikan tanah untuk meningkatkan nilai Daya Dukung Tanah [2].

Tanah yang semakin plastis maka lekatannya akan menjadi tinggi. Nilai *liquid limit* (LL) dan plastisitas indeks (PI) berpengaruh besar terhadap nilai *cohesion* (c) tanah lempung dan sifat fisisnya [3]. Kekuatan geser merupakan parameter penting dalam desain geoteknik. Kondisi tanah lempung yang sangat mudah berubah bentuk dan ditandai dengan kuat geser rendah [4]. Korelasi empiris banyak digunakan dalam geoteknik terkait rekayasa *engineering* sebagai alat untuk memperkirakan sifat-sifat tanah. Korelasi yang berguna ada di antara indeks sifat yang diperoleh dari pengujian rutin sederhana dan kekuatannya dan sifat deformasi tanah kohesif. Untuk tujuan praktis hasil tes indeks rutin dan korelasi dapat digunakan sebagai perkiraan awal parameter tanah yang digunakan dalam desain awal geoteknik, dan kemudian sebagai sarana untuk memvalidasi hasil tes laboratorium [5].

Sampel tidak terganggu yang berkualitas tinggi sangat penting untuk memperoleh hasil yang akurat pengukuran kekuatan geser tanah. Namun, sampel yang tidak terganggu

sangat sulit diperoleh karena proses pengumpulan menyebabkan hampir tidak mungkin untuk mempunyai tanah yang benar-benar tidak terganggu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai eksperimen telah dilakukan untuk membuktikan korelasi antara kekuatan geser tak terdrainasi dan berbagai parameter seperti batas *atterberg* untuk menghasilkan cara prediksi kekuatan geser tak terdrainase [4].

Rendahnya nilai kuat geser tanah akan mengakibatkan terjadinya keruntuhan pada tanah. Penurunan elevasi pada tanah disebabkan oleh besarnya nilai kompresibilitas tanah. Sehingga perlu dikaji sifat fisis dan sifat mekanis tanah lempung serta beban maksimal yang bisa diterima oleh tanah tersebut [6]. Tanah lempung sangat berkaitan erat dengan nilai *liquid limit* dan *plasticity index*. Nilai *plasticity index* erat kaitannya dengan *liquid limit* dan *plasticity index*. Nilai plastisitas yang semakin tinggi pada jenis tanah lempung mengakibatkan pengaruh perubahan bentuk yang besar [7].

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Lempung

Tanah lempung yaitu suatu komponen pada penyusun tanah yang memiliki ukuran kurang dari 0,0002 mm, sifatnya yang kohesif, proses konsolidasi terjadi lambat, dan mempunyai sifat perubahan bentuk atau kembang susut yang besar [8]. Tanah lempung terdiri dari agregat partikel yang ukuran mikroskopik dan submikroskopik yang asalnya dari pembusukan kimiawi, terbentuk dari unsur penyusun batuan, sifatnya plastis pada kondisi kadar air tinggi. Kondisi kadar air yang rendah maka tanahnya bersifat keras dan akan mudah terkelupas dengan jari [6].

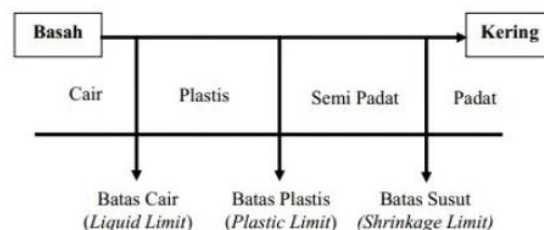
Tanah lempung terdiri dari butiran yang sangat kecil dan mineral penyusunnya yaitu kaolinite, illite, dan montmorillonite. Mineral montmorillonite pada lempung yaitu mineral lempung yang menyebabkan perubahan bentuk tanah atau disebut tanah ekspansif [9].

Penelitian korelasi kuat geser dengan plastisitas pada tanah lempung [1], meneliti tentang korelasi nilai kuat geser dengan plastisitas indeks pada tanah lempung substitusi pasir. Penelitian [10], meneliti korelasi nilai PI dengan sudut geser pada tanah lempung dengan stabilisasi kapur. Perbedaan dengan penelitian terdahulu adalah lokasi pengambilan sampel tanah lempung yaitu di Kota Pekanbaru dan analisis korelasi yang akan diperoleh adalah korelasi nilai kuat geser dengan indeks plastisitas pada tanah lempung.

2.2 Atterberg Limits

Atterberg merupakan seorang ilmuwan yang berasal dari Swedia yang sudah berhasil meneliti dan mengembangkan sebuah metode untuk menjabarkan sifat dari konsistensi pada tanah berbutir halus dengan kadar air yang bervariasi. Batas konsistensi ini disebut sebagai *atterberg limits* [11]. Secara alamiah tanah berbutir halus berada pada kondisi plastis dengan batas atas dan batas bawah dari rentang variasi kadar air. Parameter yang dihasilkan yaitu batas cair (LL), batas plastis (PL), dan plastisitas indeks (PI) [12].

Oleh karena itu berdasarkan kadar airnya maka tanah dapat dibagi menjadi 4 keadaan yaitu padat, semi padat, plastis, dan cair seperti ditampilkan Gambar 1 berikut [11] :



Gambar 1. *Atterber limits*

Nilai *Indeks Plastisitas* (PI) berdasarkan jenis tanah adalah sebagai berikut [13].

Tabel 1. Nilai Plastisitas Indeks (PI) Berdasarkan Klasifikasi Tanah

PI	Sifat	Klasifikasi Tanah	Kategori
0	<i>Non-plastic</i>	<i>Sand</i>	<i>Non-cohesive</i>
<7	<i>Low Plasticity</i>	<i>Silt</i>	<i>Partially cohesive</i>
7-17	<i>Medium Plasticity</i>	<i>Silty clay</i>	<i>Cohesive</i>
>17	<i>High Plasticity</i>	<i>Clay</i>	<i>Cohesive</i>

2.3 Kuat Geser

Kuat geser tanah menurut Bowles (1993) adalah beban yang dihasilkan akibat berat pada tanah mengakibatkan terjadinya tegangan dengan intensitas yang beragam pada suatu zona yang terjadi di bawah beban tersebut [1]. Pengertian lain dari kuat geser yaitu terjadinya perlawanan yang diakibatkan oleh butir-butir tanah akibat terjadinya desakan yang diakibatkan terjadinya gesekan antara butiran tanah. Nilainya berbanding lurus dengan tegangan normal yang terjadi pada bidang geser [14]. Nilai sudut geser berdasarkan pada nilai plastisitas indeks (PI) yaitu berkisar 20%-40% sehingga kisaran nilai sudut gesernya 17° - 23° [14].

2.4 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu cara untuk mengelompokkan jenis tanah yang dikategori pada karakteristik dari tanah [15].

Sifat fisik tanah bergantung dari ukuran butiran, untuk besaran butiran digunakan sebagai acuan untuk menentukan klasifikasi tanah. Parameter dalam menentukan klasifikasi tanah yaitu [16] :

1. Analisa saringan.
2. Batas Cair (LL).
3. Plastisitas Indeks (PI).

Metode klasifikasi tanah pada ilmu Teknik Sipil adalah sebagai berikut[16] :

1. Metode *Unified Standard Classification System* (USCS).

Metode ini membagi dua kategori jenis tanah yaitu:

- a. Tanah berbutir kasar (yang lolos saringan No 200 < 50%) jenisnya yaitu pasir dan kerikil
- b. Tanah berbutir halus (yang lolos saringan No 200 > 50%) jenisnya yaitu lempung dan lanau.

2. Metode *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO)
Metode ini digunakan untuk menentukan kualitas tanah yang digunakan dalam perencanaan timbunan jalan, *subbase*, dan *subgrade*. Metode AASHTO membagi jenis tanah dari A-1 sampai pada A-7.

2.5 Regresi dan Korelasi

Analisis pada regresi dan korelasi menjelaskan hubungan bentuk dan kekuatan dari dua variabel atau lebih. Nilai dari variabel yang belum diketahui dapat diprediksi dengan suatu akurasi tertentu yang berdasarkan kepada pengamatan dari variabel tersebut sebelumnya. Nilai koefisien korelasi yang semakin besar menunjukkan hubungan dari keduanya semakin besar [6]. Nilai interval koefisien berdasarkan Tabel berikut [17]:

Tabel 2. Nilai Interval Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0-0,199	Sangat Rendah
0,20-0,399	Rendah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

Melakukan prediksi suatu nilai pada variabel dengan variabel lainnya disebut sebagai regresi. Diperlukan pemisah yang tegas untuk membentuk regresi anatar variabel bebas dengan simbol x dan variabel tak bebas dengan simbol y . Regresi wajib memiliki *variable* yang ditentukan dan *variable* yang menentukan. Kedua *variable* tersebut bersifat hubungan sebab akibat dan saling berpengaruh [17].

Besaran untuk mengukur suatu ketepatan dari garis regresi disebut koefisien determinasi. Parameter ini menyajikan persentase variabilitas data untuk menjelaskan model regresi. Simbol yang digunakan yaitu R^2 , dimana jika nilainya mendekati 1 maka pengaruh antar variabel semakin kuat. Jika nilainya 0 maka anatar variabel tidak saling berpengaruh. [17].

Tingkat akurasi regresi linear berdasarkan koefisien determinasi R^2 dapat dilihat pada Tabel berikut [17]:

Tabel 3. Akurasi Nilai Regresi Linier Berdasarkan Koefisien Determinasi (R^2)

Interval Koefisien Determinasi	Akuarsi Model
<0,25	Tidak Baik
0,25-0,55	Relatif Baik
0,56-0,75	Baik
>0,75	Sangat Baik

2.6 Metodologi

Penelitian dilakukan dengan metode laboratorium dengan mengambil sampel tanah lempung di sekitaran Kota Pekanbaru. Sampel tanah diambil menggunakan cangkul dan tembilang untuk tanah terganggu dan *hand auger boring* untuk tanah tak terganggu. Pengujian properties tanah untuk mendapatkan parameter berat jenis, analisa saringan, kuat geser, dan atterberg limits.

2.7 Analisa Data

Pengambilan sampel tanah di lapangan kemudian dilakukan pengujian propertis yang dilakukan di laboratorium. Metode penelitian dilakukan berdasarkan uji laboratorium untuk mendapatkan data dan dianalisis menggunakan rumus.

Tahapan awal pengujian yaitu melakukan pengujia properties tanah untuk mendapatkan parameter berat jenis, analisa saringan, kuat geser, dan atterberg limits.

3. Hasil dan Pembahasan

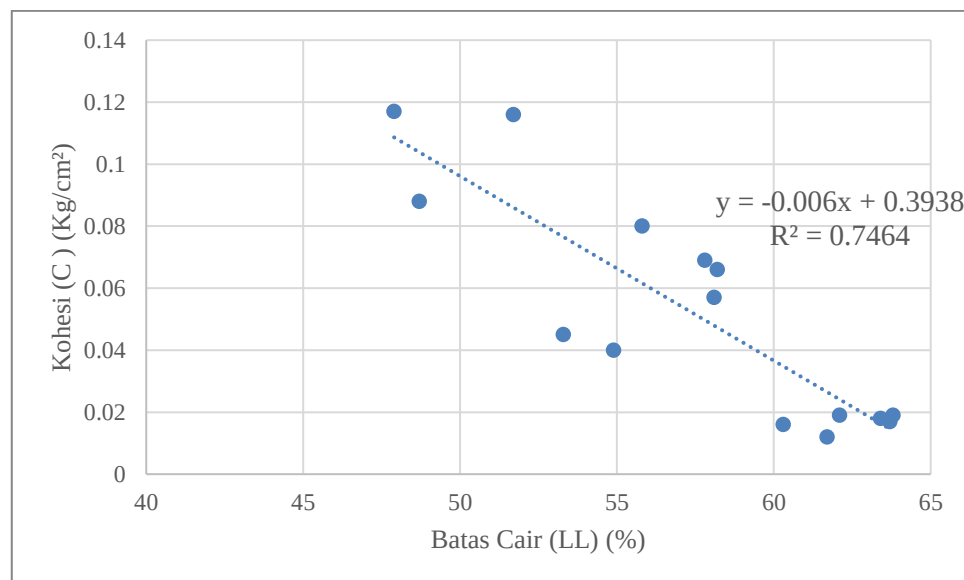
3.1 Hasil

Pengujian propertis tanah asli dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Sipil. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat fisis dan sifat mekanis. Hasil pengujian tanah asli disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Propertis Tanah Asli

Kode Sampel	#200 (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Cu (kg/cm ²)
BH 1 sampel 1	50,13	51,7	32,3	19,4	0,116
BH 1 sampel 2	54,73	55,8	36,1	19,7	0,080
BH 1 sampel 3	53,93	53,3	24,4	28,9	0,045
BH 2 sampel 1	50,76	54,9	29,3	25,6	0,040
BH 2 sampel 2	50,89	48,7	20,0	28,7	0,088
BH 2 sampel 3	52,13	47,9	18,7	29,2	0,117
BH 3 sampel 1	50,10	58,1	31,3	26,8	0,0057
BH 3 sampel 2	50,45	58,2	32,6	25,6	0,066
BH 3 sampel 3	52,27	57,8	33,2	24,6	0,069
BH 4 sampel 1	50,76	63,4	33,7	29,7	0,018
BH 4 sampel 2	50,40	62,1	26,7	35,4	0,019
BH 4 sampel 3	50,72	60,3	23,4	36,9	0,0016
BH 5 sampel 1	50,19	61,7	25,0	36,7	0,012
BH 5 sampel 2	51,81	63,7	27,8	35,9	0,017
BH 5 sampel 3	50,20	63,8	28,6	35,2	0,019

Hubungan dari nilai kohesi (c) dan batas cair (LL) pada tanah lempung yang ada di beberapa wilayah di kota Pekanbaru disajikan pada Gambar berikut:



Gambar 2. Grafik Hubungan Kohesi (c) Dengan Batas Cair (LL)

Pada Grafik diperoleh persamaan matematis hubungan nilai kohesi tanah (c) dan nilai batas cair (LL) yaitu:

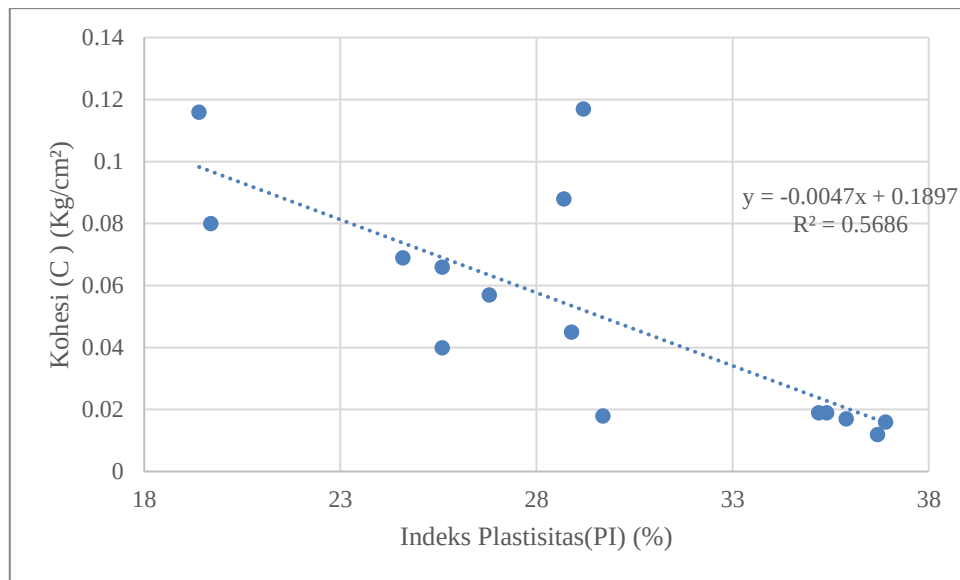
$$y = -0,006x + 0,3938$$

Dimana untuk nilai y kohesi (c) dan nilai x yaitu nilai batas cair (LL). Nilai regresi yang diperoleh sebesar :

$$R^2 = 0,7464$$

Tingkat akurasi regresi linear berdasarkan nilai determinasi $R^2 = 0,7464$, berdasarkan Tabel 4 nilainya berada pada 0,56 – 0,75, maka akurasi model regresi kategori baik [18].

Hubungan Nilai Kohesi (c) dan indeks plastisitas (PI) tanah lempung yang ada di beberapa wilayah di kota Pekanbaru disajikan pada Gambar berikut:



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai Kohesi (c) Dengan Plastisitas Indeks (PI)

Pada Gambar 3 di atas diperoleh persamaan matematis hubungan nilai kohesi tanah (c) dan nilai plastisitas indeks (PI) yaitu:

$$y = -0,0047x + 0,1897$$

Untuk nilai y yaitu kohesi (c) dan nilai x batas cair (LL). Nilai regresi yang diperoleh sebesar :

$$R^2 = 0,5686$$

Tingkat akurasi regresi linear berdasarkan nilai determinasi $R^2 = 0,5686$, berdasarkan Tabel 4 nilainya berada pada 0,56 – 0,75, maka akurasi model regresi kategori baik [18].

3.2 Pembahasan

Persamaan linier dimana nilai Kohesi (c) adalah y dan diwakilkan nilai LL oleh x. Maka persamaan linier yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} c &= -0,006 (LL) + 0,3938 \\ R^2 &= 0,7464 \\ R &= 0,8639 \end{aligned}$$

Pada persamaan regresi (R^2) dikategorikan baik, karena nilainya berada pada 0,56-0,75 yaitu sebesar $R^2 = 0,7464$. Berdasarkan nilai korelasi yang didapatkan yaitu sangat kuat karena berada pada kisaran angka 0,80-1,00, nilai R diperoleh sebesar 0,8639 [17]. Hasil pengujian nilai korelasi LL dan c menunjukkan bahwa jika nilai LL tanah tinggi maka nilai kohesi tanah tersebut menurun [6].

Persamaan linier dimana nilai Kohesi (c) yaitu y dan nilai PI oleh x . sehingga persamaan linier yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned}c &= -0,0047 (PI) + 0,1897 \\R^2 &= 0,5686 \\R &= 0,7540\end{aligned}$$

Dari hasil persamaan regresi (R^2) dikategorikan baik karena 0,56 – 0,75, dimana nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,5686. Korelasi yang diperoleh adalah kuat yaitu 0.60 – 0.799, karena nilai R diperoleh sebesar 0,7540 [17]. Hasil pengujian nilai korelasi PI dan c menunjukkan bahwa jika nilai PI tanah tinggi maka nilai kohesi tanah tersebut menurun [6].

Hubungan korelasi nilai LL dan nilai PI dengan nilai kohesi (c) menunjukkan adanya hubungan linier. Hubungan linier dari nilai LL dan PI dengan nilai kohesi (c) pada setiap sampel tanah dipengaruhi oleh batas cair (LL) dan nilai Indeks Plastisitas (PI). Semakin tinggi nilai batas cair (LL) dan plastisitas indeks (PI) suatu tanah lempung maka nilai kohesi tanah akan semakin kecil [6].

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah korelasi dari nilai kuat geser yaitu parameter *cohesion* dengan indeks plastisitas yaitu kuat artinya nilai plastisitas indeks tinggi maka nilai *cohesion* menjadi rendah.

Daftar Pustaka

- [1] S. Nurdian, Setyanto, and L. Afriani, "Korelasi Parameter Kekuatan Geser Tanah Dengan Menggunakan Uji Triaksial dan Uji Geser Langsung Pada Tanah Lempung," *JRSDD*, vol. 3, no. 1, pp. 13–26, 2015.
- [2] M. Anggraini, D. M. Setiawan, and A. Saleh, "Chemical stabilization Techniques For Clay Soil: A Comprehensive Review," *J. Mech. Behav. Mater.*, vol. 34, no. 1, 2025, doi: 10.1515/jmbm-2025-0056.
- [3] O. Y. Dewi, O. Hendri, and F. Sarie, "Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas Tanah Lempung Disubstitusi Pasir Terhadap Nilai Kohesi Tanah Pada Uji Geser Langsung," *J. Deform.*, vol. 7, pp. 1–23, 2022.
- [4] H. S. Habibullah, M. L. Lee, and S. Y. Wong, "Correlation Between Undrained Shear Strength and Liquidity Index of Soils in Malaysia," in *E3S Web of Conferences*, 2022, vol. 347, pp. 1–10.
- [5] M. Anggraini *et al.*, "Korelasi Optimum Moisture Content Dengan Batas Plastis Pada Tanah Timbunan," *Inersia*, vol. 15, no. 2, pp. 106–113, 2023.
- [6] N. E. Verdiyanti, E. T. Mukti, and R. M. Rustamaji, "Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas Terhadap Nilai Kohesi Tanah Pada Uji Direct Shear Tanah Lempung Pada Kabupaten Mempawah," *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 9, no. 1, pp. 1–5, 2021.
- [7] G. M. Hutabarat and B. Widjaja, "Correlation of Undrained Shear Strength and Liquidity Index of Fine-Grained Soils in West Java, Indonesia," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 852, no. 1.
- [8] M. Anggraini, V. T. Haris, and A. Saleh, "Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Sawit dan Semen Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah," *J. RACIC*, vol. 7, no. 1, pp. 44–54, 2022, [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/324a7gurbrcsfcdect7odt2mzq/access/wayback/htt>

p://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic/article/download/1423/897.

- [9] D. P. Kusumastuti, I. Sepriyanna, and H. Sm, "Perubahan Ang Pori Tanah Lunak Terstabilisasi dengan Serbuk Kaca dan Serat Karung Plastik," *Semnastek*, pp. 1–10, 2018.
- [10] N. Andajani and A. Triarso, "Korelasi Antara Parameter Indeks Plastisitas dengan Sudut Geser Tanah Dengan Penambahan Kapur Terhadap Stabilisasi Daya Dukung Pondasi Dangkal," *Publ. Ris. Orientasi Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, p. 21, 2020.
- [11] M. Manik and M. Jafri, "Hubungan Batas Cair dan Plastisitas Indeks Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan ISS 2500 Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung dan Uji Tekan Bebas," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 3, no. 2, pp. 2303–2314, 2015.
- [12] N. Handayani and N. A. Saputra, "Persamaan Nilai Korelasi Indeks Plastisitas (PI) Tanah Dengan California Bearing Ratio (CBR) Tanah Lempung Palangka Raya," *Media Ilm. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 63–71, 2019, doi: 10.33084/mits.v8i1.1150.
- [13] C. H. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2019.
- [14] Indrayani, A. Herius, P. N. Zeri, and N. Fernando, "Analisis Kuat Geser Tanah Lempung Menggunakan Kapur dan Petrasoil," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2020.
- [15] S. Anam, Sudjati, A. I. Candra, Sumargono, B. Winarno, and K. C. Budi, "Pengaruh Porositas Terhadap Kuat Tekan Bebas Dari Stabilisasi Tanah Dengan Kapur," *J. Civilla*, vol. 5, no. 2, pp. 452–459, 2020.
- [16] Y. Yudhyantoro, A. Prayoga, J. T. Sipil, F. Teknik, and U. S. Kuala, "Analisis Perubahan Volume pada Timbunan Tanah Lempung Berdasarkan Nilai Batas Susut (SNI 3422 : 2008)," vol. 2, pp. 114–123, 2022.
- [17] A. J. Sihotang and I. R. Iskandar, "Analisis Hubungan Berat Isi Kering Maksimum Dan Kadar Air Optimum Berdasarkan Batas Plstis Dan Batas Cair," *Has. Ris.*, pp. 1–10, 2014.
- [18] S. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2020.