

ANALISIS PARAMETER PERHITUNGAN PENURUNAN TANAH LUNAK HASIL UJI LABORATORIUM DENGAN LAPANGAN

Istiatun¹, Handi Sudardja², Azmi Lisani Wahyu³

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, 16424.

³ PT.Teknindo Geosistem Unggul, Jl. Wisma SIER Building, 1st Floor, Jl. Rungkut Industri Raya No. 10, Kota Surabaya 60293

istiatun@sipil.pnj.ac.id,handi.sudardja@sipil.pnj.ac.id., hrd@geosistem.co.id

Abstract

The construction of buildings, roads, dams and others on soft soil can cause damage due to compression and settlement of the soil. This is undesirable because it will be detrimental both in terms of function, namely experiencing disruption and large construction costs, so it is necessary to resolve the problem before the construction is carried out so that construction safety and comfort can be achieved according to the planned life. The amount of settlement soil is determined not only by the working load, but also by soil parameters resulting from consolidation tests in the laboratory. However, the magnitude of the reduction that occurs in the field is generally smaller than calculations using laboratory test parameters. To find out these differences, it is necessary to carry out research to obtain compression parameters due to consolidation in the field, so that we can know the magnitude of the differences that occur. Research was conducted at several work locations in the field that have been carried out or are currently being carried out. The differences that occur are seen from the N value of the basic soil, whether the N value is a factor that influences these differences. The results obtained at 3 (three) research locations showed that the average ratio of horizontal consolidation coefficient (Ch) in the field to Cv from the laboratory was 0.47; 0.63 and 6.5. Meanwhile, a review of the N values at locations 1 and 2 shows that the greater the N value, the greater the ratio. However, location 3 cannot provide an exact correlation, for the same N value it gives a different ratio.

Keywords: *consolidation coefficient, settlement, settlement plate, Soft soil*

Abstrak

Pembangunan gedung, jalan raya, bendungan dan lainnya diatas tanah lunak, dapat mengakibatkan kerusakan pada akibat pemampatan dan penurunan tanah pada tanah. Hal ini tidak diinginkan karena akan merugikan baik dari segi fungsi yaitu mengalami gangguan maupun biaya pembangunan dengan jumlah yang besar, sehingga perlu penyelesaian permasalahan sebelum dilaksanakan pembangunan tersebut agar keamanan dan kenyamanan konstruksi dapat dicapai sesuai umur rencana. Besarnya penurunan tanah selain ditentukan akibat beban yang bekerja, juga parameter tanah hasil uji konsolidasi di laboratorium. Namun besar penurunan yang terjadi di lapangan pada umumnya lebih kecil dibanding perhitungan menggunakan parameter hasil uji laboratorium. Untuk mengetahui perbedaan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan parameter pemampatan akibat konsolidasi di lapangan, sehingga dapat diketahui besar perbedaan yang terjadi. Penelitian dilakukan pada beberapa lokasi pekerjaan di lapangan yang sudah dilaksanakan maupun yang sedang dilaksanakan. Perbedaan yang terjadi ditinjau dari nilai N tanah dasar, apakah nilai N merupakan faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut. Hasil yang didapatkan pada 3(tiga) lokasi penelitian didapatkan bahwa rata-rata rasio koefisien konsolidasi arah horisontal (Ch) lapangan dengan Cv dari laboratorium adalah 0,47 ; 0,63 dan 6,5. Sedangkan tinjauan terhadap nilai N pada lokasi 1 dan 2, menunjukkan semakin besar nilai N, rasio semakin besar. Tetapi pada lokasi 3 belum dapat memberikan adanya korelasi yang tepat, untuk nilai N yang sama memberikan rasio yang berbeda.

Kata kunci: koefisien konsolidasi, penurunan, settlement plate, tanah Lunak

PENDAHULUAN

Tanah lunak merupakan tanah yang memiliki daya dukung yang rendah, mudah memampat dan memiliki koefisien permeabilitas yang kecil. Sehingga penurunan mudah terjadi dengan waktu yang cukup lama. Penurunan tanah lunak tidak dapat terjadi pada saat konstruksi sudah selesai didirikan karena akan menimbulkan kerusakan konstruksi tersebut, dimana tidak mencapai umur rencana konstruksi. Sehingga di awal pekerjaan sudah harus diperkirakan besarnya penurunan yang terjadi akibat beban konstruksi dengan menggunakan teori Terzaghi. Dari teori Terzaghi itu diperlukan suatu parameter tanah hasil pengujian konsolidasi tanah asli di laboratorium. Parameter yang diperlukan adalah koefisien kompresi (C_c), koefisien konsolidasi (C_v) untuk memperkirakan waktu terjadinya derajat konsolidasi yang ingin dicapai dan angka pori mula-mula dari tanah lunak tersebut. Penurunan yang terjadi ini umumnya cukup besar dan dengan waktu yang cukup lama, dimana akan mempengaruhi waktu pelaksanaan pekerjaan. Sehingga untuk mempercepat waktu dilakukan perbaikan tanah dengan memasang drainase vertikal dan untuk mencapai derajat konsolidasi yang diinginkan sebelum konstruksi didirikan dilakukan pemberian beban awal (Preloading) yaitu tanah timbunan. Pada beberapa pekerjaan terkadang timbunan tanah ini juga dijadikan sebagai subgrade untuk mencapai ketinggian rencana yang diinginkan sehingga dalam pelaksanaan harus diperhitungkan tinggi timbunan awal agar tinggi timbunan akhir sesuai rencana sehingga tidak dilakukan pekerjaan pembongkaran yang tentunya menambah waktu pelaksanaan serta biaya pembongkaran. Penentuan tinggi awal untuk mencapai tinggi akhir timbunan dilakukan berdasarkan data besar penurunan yang terjadi. Setiap pekerjaan timbunan pada tanah lunak akan dipasang settlement plate untuk mengontrol besarnya penurunan tanah di lapangan. Hasil beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penurunan yang terjadi di lapangan adalah lebih kecil dari perhitungan secara teori. Hal ini tentunya menjadi pertanyaan, apakah besar perbedaan itu berbeda atau hampir sama dan apakah yang mengakibatkan perbedaan tersebut. Karena perhitungan teori berdasarkan data laboratorium, maka apakah data tersebut yang perlu dikoreksi dan berapa besar faktor koreksinya dan apakah semua jenis tanah lunak memiliki nilai faktor koreksi yang sama untuk parameter penurunan tanah hasil uji laboratorium. Juga dalam menggunakan PVD di lapangan untuk mempercepat waktu terjadinya penurunan didasarkan pada dimensi PVD, pola pemasangan dan jarak antar PVD yang dipasang. Jadi tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor koreksi parameter penurunan tanah lunak hasil monitoring di lapangan. Selain itu perlu dilakukan pengujian konsolidasi di laboratorium untuk kondisi tanah asli yang sudah mengalami penurunan akibat pembebanan yang dapat dijadikan sebagai pembanding dari lapangan. Dengan mengetahui nilai ini dan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, maka akan mendapatkan suatu faktor yang

digunakan dalam menentukan besarnya penurunan tanah di lapangan berdasarkan hasil uji di laboratorium parameter yang digunakan. Atau ada faktor lain di lapangan mengingat penurunan yang terjadi di laboratorium berbeda dengan di lapangan, dimana ada penurunan arah lateral yang juga perlu ditinjau dari data instrumen yang dipasang di lapangan, mengingat pengujian di laboratorium hanya terjadi arah vertikal. Sehingga hasil penelitian ini memiliki kontribusi dalam pelaksanaan pekerjaan timbunan di lapangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Perhitungan besar penurunan tanah lunak akibat tambahan tegangan di kedalaman tanah lunak berdasarkan penambahan beban di atas tanah lunak tersebut. Untuk menghitung besarnya penurunan tanah lunak, menurut (Das, Endah, & Mochtar, 1995), terjadinya pemampatan karena adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Pada umumnya, penurunan (settlement) pada tanah disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu:

1. Penurunan konsolidasi (consolidation settlement) merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air pori yang menempati pori-pori tanah.
2. Pemampatan segera (immediate settlement) merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Perhitungan pemampatan segera umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastisitas.

Besarnya penurunan tanah total menurut Das (1985) yaitu :

$$S_t = S_i + S_{cp} + S_{cs} + S_{lat}$$

Dimana :

S_t = total penurunan

S_i = penurunan segera

S_{cp} = penurunan konsolidasi primer

S_{cs} = penurunan konsolidasi sekunder

S_{lat} = penurunan akibat pergerakan tanah arah lateral.

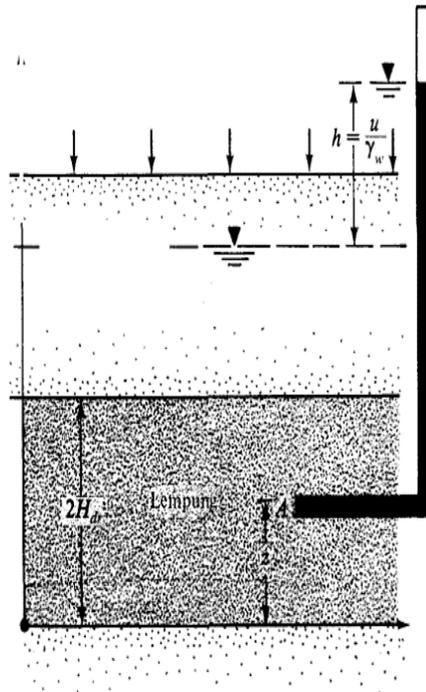
Kecepatan konsolidasi digunakan untuk menentukan lama waktu terjadinya penurunan konsolidasi pada tanah lunak, dikenalkan oleh Terzaghi (1925) berdasarkan hasil uji konsolidasi di laboratorium untuk tanah lempung jenuh air dan dalam satu dimensi, dengan anggapan (Taylor, 1948) yaitu :

1. Tanah (sistem lempung-air) adalah homogen.
2. Tanah benar benar jenuh.
3. Kemampuan pampatan air diabaikan.
4. Kemampuan pampatan butir tanah diabaikan.

5. Aliran air hanya satu arah saja (yaitu pada arah pemampatan).

6. Hukum Darcy berlaku.

$$t = \frac{T_v (H_{dr})^2}{C_v}$$



(Sumber : Braja M. Das, Mekanika Tanah)

Gambar 1. Proses Konsolidasi Pada lapisan Lempung

Pada Gambar 1, memperlihatkan lapisan tanah lunak yaitu lempung dengan tebal lapisan sebesar $2H_{dr}$ yang terletak di antara 2 lapisan pasir yang mudah ditembus air. Jika ada beban diatas tanah, maka akan menyebabkan tekanan air pori pada lapisan lempung tersebut akan naik dengan arah vertikal. Besar penurunan ditinjau pada tengah lapisan lempung yang terkonsolidasi akibat beban timbunan yang ditinjau pada tengah-tengah lapisan.

Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Berdasarkan hasil penelitian maupun pengujian sampel menunjukkan bahwa nilai C_v untuk tanah lempung sangat kecil. Beberapa referensi tentang nilai C_v sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai C_v berdasarkan sifat dan jenis tanah

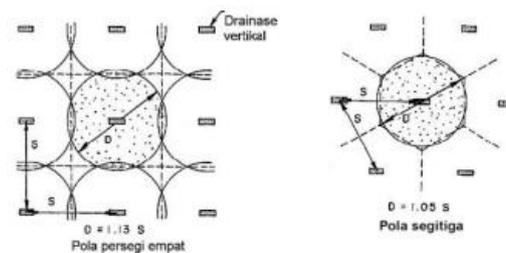
Sifat Tanah	g_d	e	n	w	g_{sat}	C_v
	gr/cm^3			(%)	gr/cm^3	(cm^2/s)
Silt, clay lunak	0,5	4,40	0,80	163	1,31	10^{-5}
	0,6	3,50	0,78	129,6	1,38	

Rata rata	0,7	2,86	0,74	105,8	1,44	1×10^{-4}
	0,8	2,36	0,70	88	1,50	2×10^{-4}
	0,9	2	0,67	74,1	1,57	3×10^{-4}
	1,0	1,7	0,63	63	1,63	5×10^{-4}
	1,1	1,45	0,59	53,9	1,69	6×10^{-4}
	1,2	1,25	0,56	46,3	1,76	7×10^{-4}
	1,3	1,08	0,52	39,9	1,82	8×10^{-4}
	1,4	0,93	0,48	34,4	1,88	9×10^{-4}

Sumber: Biaraz.1984 (dalam TA Dwiana,2024)

Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Nilai C_v tanah lunak yang kecil mempengaruhi waktu terjadinya konsolidasi yang sangat lama, sehingga untuk mempercepat waktu konsolidasi diperlukan pemasangan drainase vertical di lapangan. Drainase vertical yang mudah mengalirkan air biasanya berupa *sand drain*/tiang pasir atau dari bahan geosintetis yang dikenal dengan "*wick drain*" atau juga dikenal sebagai *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Pada umumnya PVD banyak digunakan karena kemudahan dalam pemasangan di lapangan. Tiang-tiang atau lubang-lubang tersebut "dipasang" di dalam tanah pada jarak tertentu sehingga memperpendek jarak aliran drainase air pori (drainage path). (Mochtar, 2000). Pola pemasangan PVD di lapangan adalah bentuk segitiga sama sisi dan bujursangkar.



(Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004,dalam Skripsi Fina,2023)

Gambar 2. Pola Pemasangan PVD

Sehingga Menurut Barron (1948) penentuan waktu konsolidasi berdasarkan teori aliran pasir vertikal, dimana menggunakan asumsi teori Terzaghi tentang konsolidasi linier satu dimensi.

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \times ch} \right) F(n) \times \ln \left(\frac{1}{1-uh} \right) \quad (2.27)$$

Persamaan Barron di atas kemudian dikembangkan lagi oleh Hansbo (1979) untuk PVD. Teori Hansbo mendekati teori Barron, tetapi lebih disederhanakan dengan memasukkan dimensi fisik dan karakteristik dari PVD. Fungsi F(n) merupakan fungsi hambatan akibat jarak antara titik pusat PVD. Nilai F(n) didefinisikan sebagai berikut :

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2-1^2} \right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2-1}{4n^2} \right) \right] \quad (2.28)$$

atau

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2-1} \right) \left[\ln(n) - \frac{3}{4} - \left(\frac{1}{4n^2} \right) \right] \quad (2.29)$$

Pada umumnya $n > 20$, sehingga dapat dianggap bahwa $1/n = 0$ dan $\frac{n^2}{n^2-1^2} = 1$,

Sehingga $F(n) = \ln(n) - \frac{3}{4}$, jadi

$$F(n) = \ln \left(\frac{D}{dw} \right) - \frac{3}{4} \quad (2.30)$$

Hansbo (1979) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \times ch} \right) \times (F(n) + Fs + Fr) \times \ln \left(\frac{1}{1-uh} \right) \quad (2.31)$$

Dalam memudahkan perencanaan maka dapat diasumsikan bahwa $F(n) = Fs$ dan nilai Fr umumnya kecil dan tidak begitu penting, maka nilai Fr dianggap nol. Dengan memasukkan anggapan-anggapan tersebut, maka persamaan diatas menjadi:

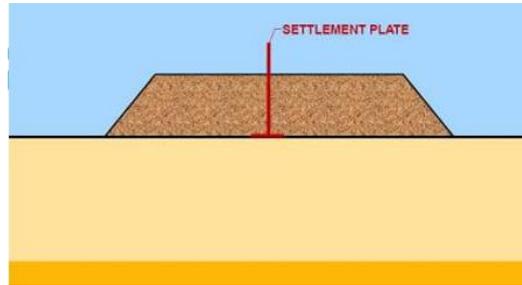
$$t = \left(\frac{D^2}{8 \times ch} \right) \times (2 \times F(n)) \times \ln \left(\frac{1}{1-uh} \right) \quad (2.35)$$

Adapun nilai koefisien konsolidasi arah horizontal (Ch) yang pada umumnya ditentukan (2 sd 5) Cv.

Settlement Plate

Settlement plate adalah salah satu instrumen geoteknik yang dipasang pada tanah timbunan yang berfungsi untuk memonitoring besar penurunan tanah setiap satuan waktu. Hasil Penurunan tanah berdasarkan data settlement plate ini digunakan dalam membandingkan dengan penurunan hasil perkiraan atau perhitungan secara teori berdasarkan data hasil uji laboratorium dan untu

mengetahui apakah masih terjadi penurunan atau sudah mencapai penurunan akhir. Settlement Plate dapat dilihat pada Gambar 3.



(Sumber : PT. Teknido Geosistem Unggul, 2022, dalam TA Dwiana 2024)

Gambar 3.Pemasangan Settlement Plate

Metode Asaoka

Metode Asaoka adalah metode observasi yang banyak digunakan untuk mengetahui besarnya penurunan akhir hasil monitoring dari settlement plate dan juga mendapat parameter – parameter konsolidasi yang lebih akurat. Pada Metode Asaoka ini memprediksi penurunan tanah dengan menggunakan *curve fitting*. Pada prosedur observasi Asaoka, hubungan antara penurunan tanah dan waktu diturunkan melalui persamaan diferensial berdasarkan persamaan dasar konsolidasi (Mikasa,1963), yaitu

$$\dot{\epsilon} = Cv \epsilon_{zz}$$

Dimana :

$\epsilon (t,z)$ = regangan vertikal (regangan volumetric)

$t (\geq 0)$ = waktu

z = kedalaman dari bagian atas lapisan lempung

Cv = koefisien konsolidasi

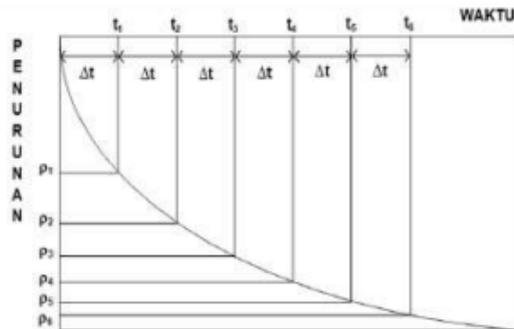
Persamaan dasar dari konsolidasi ini dipilih oleh Asaoka (1978) untuk diturunkan menjadi persamaan diferensial linier biasa karena lebih sederhana daripada persamaan konsolidasi Terzaghi. Persamaan akhir untuk menentukan nilai penurunan pada interval waktu ke-j dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\rho_j = \frac{\beta_0}{1 - \beta_1} - \left\{ \frac{\beta_0}{1 - \beta_1} - \rho_0 \right\} (\beta_1)^j$$

Dimana ρ_j adalah besarnya penurunan tanah pada waktu $t = j$ dan koefisien β_0 dan β_s ($s = 1, 2, \dots, n$) adalah parameter yang tidak diketahui. Untuk mengetahui besar penurunan akhir, data yang digunakan maka harus dipilih, agar didapatkan besar penurunan $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_n$ dengan interval waktu Δt yang konstan dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai ρ_n sebagai sumbu-y dan nilai ρ_{n-1}

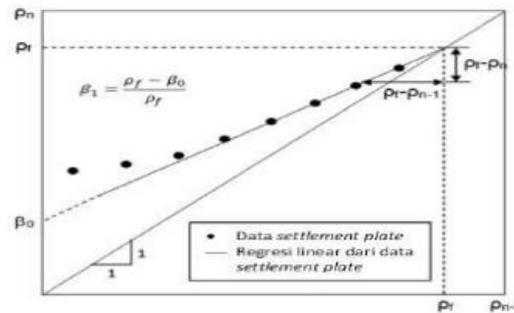
sebagai sumbu-x, kemudian diplot maka akan diperoleh titik-titik yang membentuk garis lurus dapat dilihat pada Gambar 5. β_0 adalah waktu titik plot pertama dari generasi linear ρ_n dan ρ_{n-1} . Besar penurunan akhir (ρ_f) adalah titik pertemuan antara garis $\rho_n = \rho_{n-1}$ (bersudut 45°) dengan trendline dari garis ρ_n vs ρ_{n-1} sebenarnya. Setelah diperoleh penurunan akhir (ρ_f) maka dapat dicari nilai β_1 yang merupakan kemiringan dari garis ρ_n vs ρ_{n-1} sebenarnya, yang memberikan hubungan:

$$\beta_1 = \frac{\rho_f - \beta_0}{\rho_f} \quad (2.22)$$



(Sumber : Asaoka,1978)

Gambar 4. Prosedur analisis data monitoring penurunan dengan interval waktu yang konstan



(Sumber : Asaoka, 1978)

Gambar 5. Prediksi Penurunan Akhir Dengan Metode Asaoka

Koreksi Nilai Koefisien Konsolidasi

Dengan metoda Asaoka dapat digunakan untuk mencari nilai koreksi koefisien konsolidasi arah vertikal dan horisontal, C_v dan C_h . Nilai koreksi koefisien konsolidasi ini berguna untuk mengetahui kecepatan penurunan konsolidasi pada suatu lapisan tanah lempung yang telah diberi perbaikan tanah berupa timbunan dan PVD. Dengan adanya vertical drain, maka disipasi tekanan air pori akan dominan terjadi dalam arah horisontal. Dengan demikian, koreksi koefisien konsolidasi hanya dilakukan untuk parameter konsolidasi horisontal (C_h) saja, yang diberikan melalui persamaan berikut (Hausmann, 1990):

$$\frac{-\ln \beta}{\Delta t} = \frac{8 Ch}{d^2 F(n)} + \frac{\pi^2 C_v}{8H^2} \quad (2.23)$$

$$\frac{St}{Sf} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \exp \left[- \left(\frac{8 Ch}{d^2 F(n)} + \frac{\pi^2 C_v}{4H^2} \right) t \right] \quad (2.24)$$

Dimana :

Cv = koefisien konsolidasi arah vertikal

H=tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi

β1 = kemiringan kurva pn vs pn-1

Δt =selang waktu dalam pengamatan penurunan

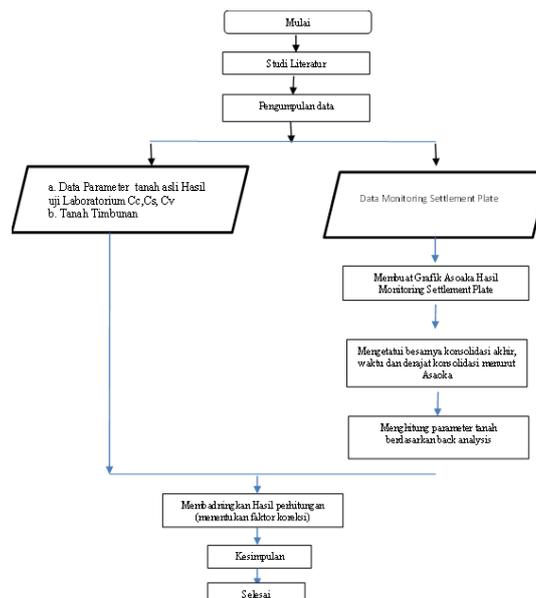
Ch=koefisien konsolidasi arah horizontal

d = diameter daerah pengaruh PVD

F(n) = fungsi n terhadap waktu akibat PVD

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada 3 lokasi proyek yang sudah selesai maupun sedang dilaksanakan. Langkah-Langkah dalam penelitian ini adalah peninjauan lokasi, pemilihan lokasi penelitian, pengambilan data sampel tanah dasar hasil uji lapangan dan laboratorium. Pengambilan data hasil monitoring settlement plate di lokasi pekerjaan yang dipilih, yaitu 3 lokasi, dimana 2 lokasi pekerjaan telah selesai dan lokasi ke 3 sedang pelaksanaan. Langkah berikut rekap data dan analisa data dengan metode Asaoka, mendapatkan data yang diinginkan, kemudian membuat perbandingan dan meninjau nilai tersebut terhadap nilai N-SPT tanah yang dapat menentukan jenis dan sifat sampel dari tanah dasar. Langkah-langkah penelitian tersebut diatas disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Penelitian

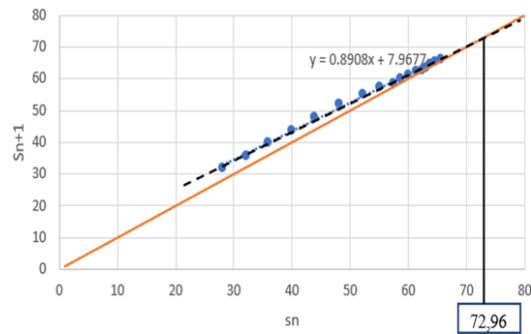
HASIL dan PEMBAHASAN

1. Hasil analisis pada lokasi 1

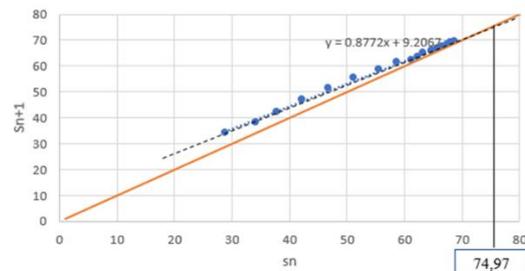
Data Hasil Pengujian Tanah Asli di lapangan (Uji N-SPT) dan Cv uji konsolidasi.

Titik Bor	Kedalaman (m)	NSPT	Konsistensi Tanah	Cv
	0	0	Very Soft	0,0124
BH-01	2	2	Soft	0,0124
	4	5	Soft	0,0124
	10	4	Soft	0,0124
	12	3	Soft	0,0124

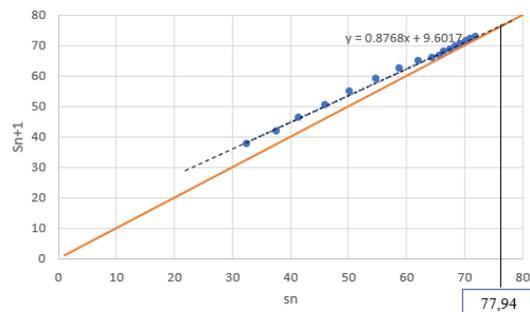
SP. 1 L



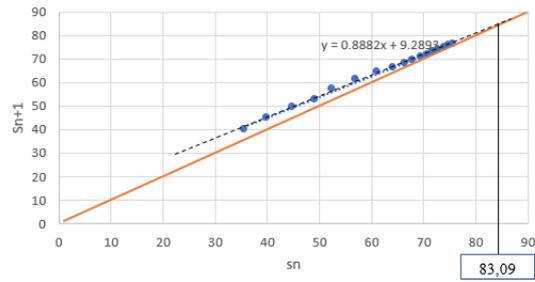
SP. 2R



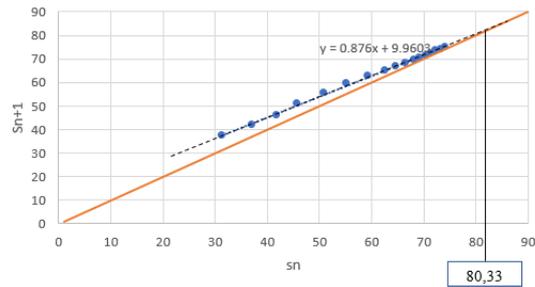
SP. 3



SP. 4R



SP. 5L



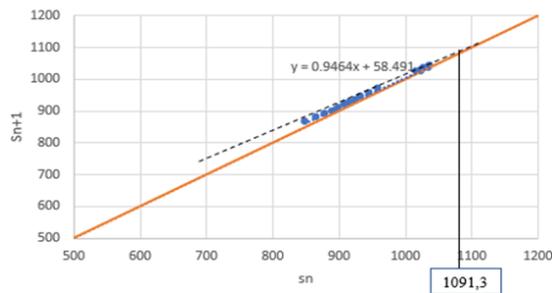
Settlement Plate	Cv	Ch
SP. 1L	0.0124	0.0054
SP. 2R	0.0124	0.0062
SP. 3	0.0124	0.0062
SP. 4R	0.0124	0.0055
SP. 5L	0.0124	0.0062

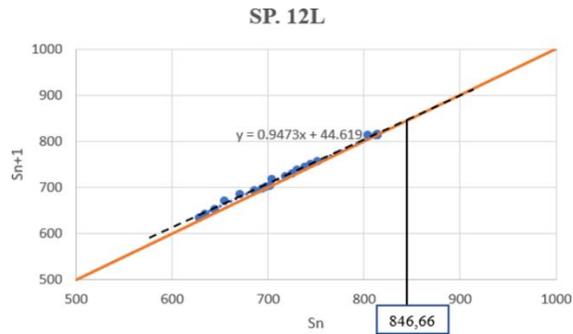
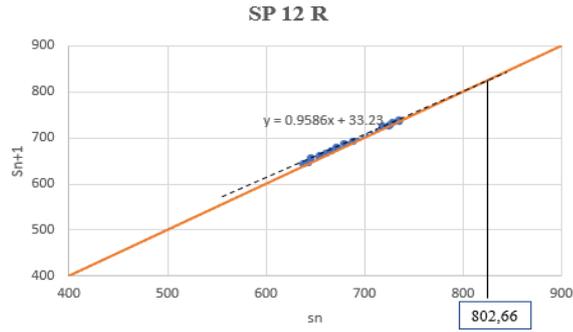
2. Hasil analisis pada lokasi 2

Data Hasil Pengujian Tanah Asli di lapangan (Uji N-SPT) dan Cv uji konsolidasi.

Titik Bor	Kedalaman (m)	NSPT	Konsistensi Tanah	Cv
	0	0	Silty Clay	0.003982
	2	9	Silty Clay	0.003982
BH-01	8	9	Silty Clay	0.003982
	14	14	Silty Clay	0.003982
	18	25	Silty Clay	0.003982

SP 12 CL





Settlement Plate	Cv	Ch
SP. 12L	0.003982	0.002786
SP. 12CL	0.003982	0.002837
SP. 12R	0.003982	0.002154

3. Hasil analisis pada lokasi 2

Data Hasil Pengujian Tanah Asli di lapangan (Uji N-SPT) dan Cv uji konsolidasi.

DATA										
Titik Bor	Kedalaman Sampel Tanah (m)	N	Jenis Tanah	Tes Konsolidasi Tanah				Tes Volumetri - Gravimetri		
				Cc	Cs	e0	Cv (cm ² /s)	γ _{sat} (t/m ³)	γ _{dry} (t/m ³)	Gs
DB 01 (STA 3+298)	0,00-3,00	2	Clay and Silt	0,3000	0,0900	1,7000	3,70E-03	1,5500	0,9300	2,5100
	3,00-16,00	2	Clay and Silt	0,6800	0,1000	2,1900	2,90E-03	1,4900	0,8100	2,5800
	16,00-20,00	7	Clay and Silt	0,2940	0,0420	1,2500	7,00E-04	1,7667	1,2000	
RATA-RATA				0,4247	0,0773	1,7133	2,43E-03	1,6022	0,9800	2,5450

DATA										
Titik Bor	Kedalaman Sampel Tanah (m)	N	Jenis Tanah	Tes Konsolidasi Tanah				Tes Volumetri - Gravimetri		
				Cc	Cs	e0	Cv (cm ² /s)	γ _{sat} (t/m ³)	γ _{dry} (t/m ³)	Gs
DB 03 (STA 3+798)	0,00-5,00	2	Clay and Silt	0,6900	0,1500	1,7900	4,60E-03	1,5400	0,9000	2,5100
	5,00-16,00	2	Clay and Silt	1,0500	0,1200	2,4700	1,80E-03	1,4200	0,7300	2,5300
	16,00-20,00	6	Clay and Silt	0,2940	0,0420	1,2500	7,00E-04	1,7889	1,2000	
RATA-RATA				0,6780	0,1040	1,8367	2,37E-03	1,5830	0,9433	2,5200

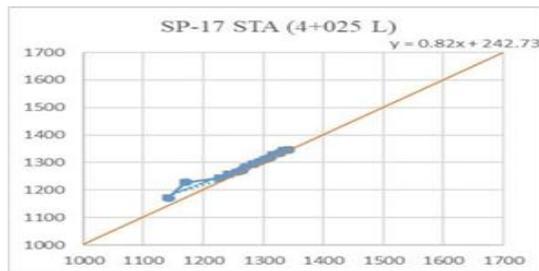
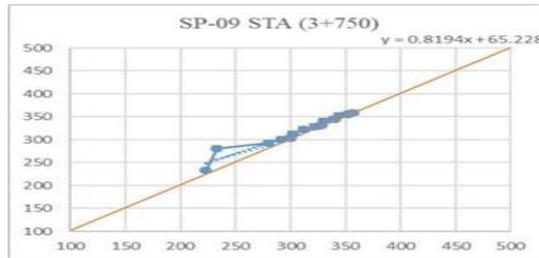
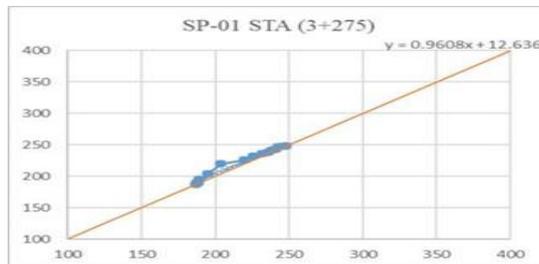
DATA										
Titik Bor	Kedalaman Sampel Tanah (m)	N	Jenis Tanah	Tes Konsolidasi Tanah				Tes Volumetri - Gravimetri		
				Cc	Cs	e0	Cv (cm ² /s)	γ _{sat} (t/m ³)	γ _{dry} (t/m ³)	Gs
DB 05 (STA 4+050)	0,00-4,00	5	Clay and Silt	0,3400	0,0200	1,3400	1,03E-02	1,6400	1,0700	2,5100
	4,00-18,00	1	Clay and Silt	0,6200	0,0900	2,4400	8,90E-03	1,4300	0,7400	2,5600
	18,00-23,00	8	Clay and Silt	0,3090	0,0441	1,3000	6,30E-04	1,7444	1,6500	
	23,00-30,00	10	Clay and Silt	0,3360	0,0480	1,3900	6,00E-04	1,7000	1,1250	
RATA-RATA				0,4013	0,0505	1,6175	5,11E-03	1,6286	1,1463	2,5350

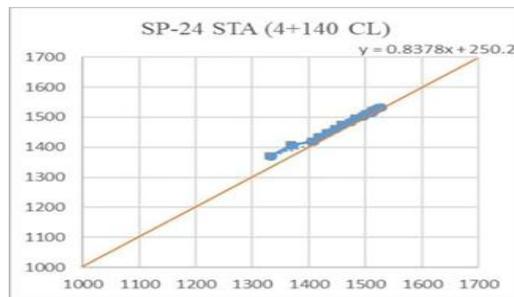
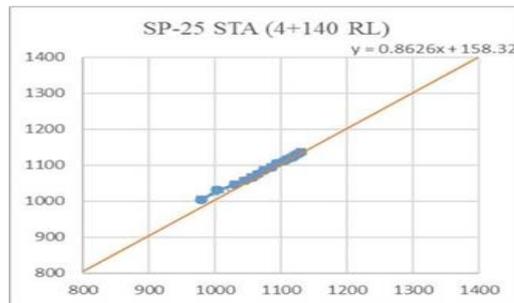
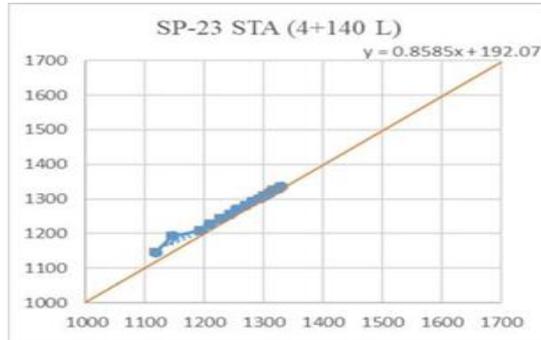
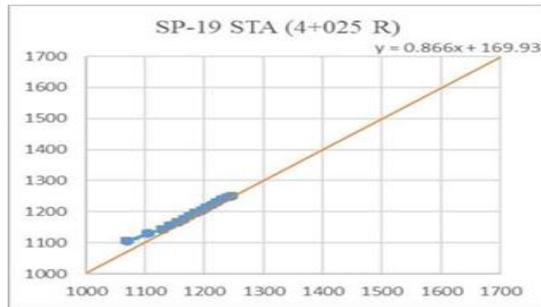
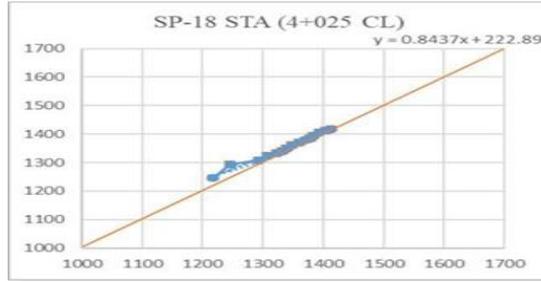
DATA										
Titik Bor	Kedalaman Sampel Tanah (m)	N	Jenis Tanah	Tes Konsolidasi Tanah				Tes Volumetri - Gravimetri		
				Cc	Cs	e0	Cv (cm ² /s)	γ _{sat} (t/m ³)	γ _{dry} (t/m ³)	Gs
DB 06 (STA 4+075)	0,00-5,00	3	Clay and Silt	0,3700	0,0750	1,4150	2,70E-03	1,6300	1,0500	2,5150
	5,00-21,00	2	Clay and Silt	0,4740	0,0677	1,8500	3,50E-04	1,6000	0,9500	
	21,00-30,00	13	Clay and Silt	0,4110	0,0587	1,6400	5,00E-04	1,6400	1,0200	
RATA-RATA				0,4183	0,0671	1,6350	1,18E-03	1,6233	1,0067	2,5150

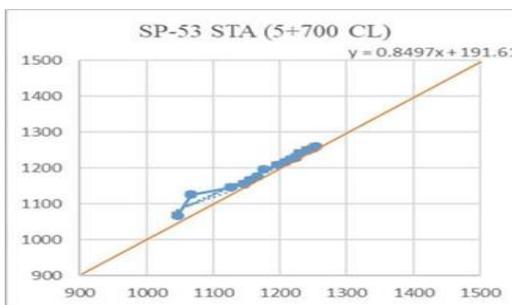
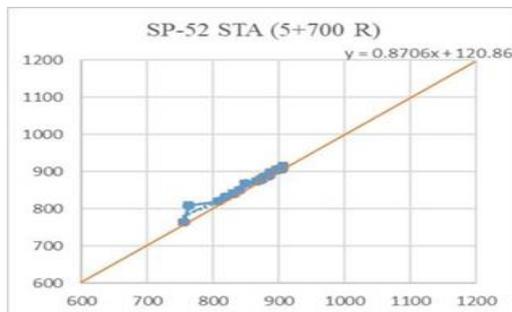
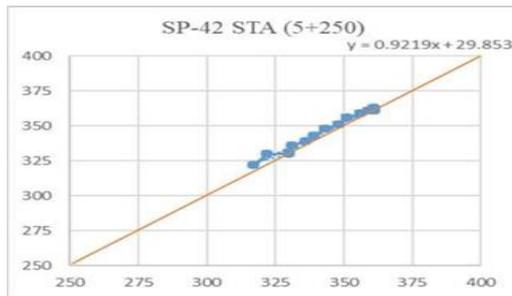
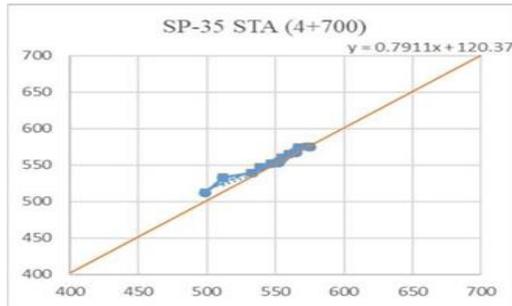
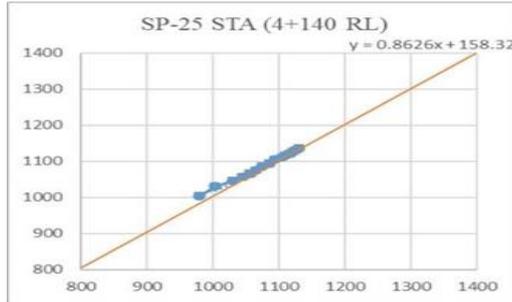
DATA										
Titik Bor	Kedalaman Sampel Tanah (m)	N	Jenis Tanah	Tes Konsolidasi Tanah				Tes Volumetri - Gravimetri		
				Cc	Cs	e0	Cv (cm ² /s)	γ _{sat} (t/m ³)	γ _{dry} (t/m ³)	Gs
DB 08 (STA 4+690)	0,00-3,00	1	Clay and Silt	0,6350	0,1150	2,2600	7,50E-03	1,4650	0,7850	2,5400
	3,00-15,00	1	Clay and Silt	0,3240	0,0463	1,3500	6,50E-04	1,7467	1,1300	
	15,00-20,00	10	Clay and Silt	0,3360	0,0480	1,3900	6,00E-04	1,7111	1,1250	
RATA-RATA				0,4317	0,0698	1,6667	2,92E-03	1,6409	1,0133	2,5400

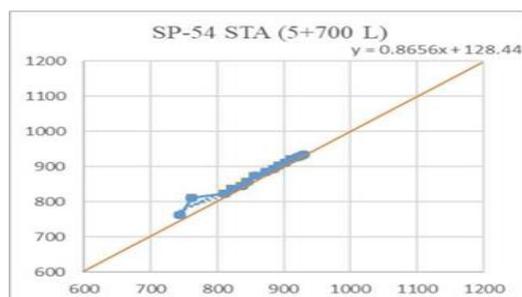
DATA										
Titik Bor	Kedalaman Sampel Tanah (m)	N	Jenis Tanah	Tes Konsolidasi Tanah				Tes Volumetri - Gravimetri		
				Cc	Cs	e0	Cv (cm ² /s)	γ _{sat} (t/m ³)	γ _{dry} (t/m ³)	Gs
DB 09 (STA 5+222)	0,00-3,00	2	Clay and Silt	0,3300	0,0400	1,4600	5,60E-03	1,6200	1,0300	2,5400
	3,00-16,00	2	Clay and Silt	0,5700	0,1000	2,3200	2,15E-03	1,4400	0,7600	2,5300
	16,00-20,00	15	Clay and Silt	0,1170	0,0167	0,6600	5,00E-03	2,0222	1,6300	
RATA-RATA				0,3390	0,0522	1,4800	4,58E-03	1,6941	1,1400	2,5350

DATA										
Titik Bor	Kedalaman Sampel Tanah (m)	N	Jenis Tanah	Tes Konsolidasi Tanah				Tes Volumetri - Gravimetri		
				Cc	Cs	e0	Cv (cm ² /s)	γ _{sat} (t/m ³)	γ _{dry} (t/m ³)	Gs
DB 12 (STA 5+725)	0,00-5,00	3	Clay and Silt	0,3900	0,0900	1,5600	5,20E-03	1,6100	1,0100	2,5800
	5,00-17,00	1	Clay and Silt	1,0300	0,1100	2,3000	2,70E-03	1,4500	0,7700	2,5300
	17,00-21,00	11	Clay and Silt	0,3540	0,0506	1,4500	6,00E-04	1,6889	1,1000	
	21,00-30,00	20	Clay and Silt	0,2240	0,0334	1,0500	8,20E-04	1,8489	1,3400	
RATA-RATA				0,5020	0,08710	1,5900	2,33E-03	1,6494	1,0550	2,5550









NO SP	STA	Cv	Ch
SP-01	3+275	0,0024	,0037
SP-09	3+750	0,0024	0190
SP-17	4+025 L	0,0051	0186
SP-18	4+025 CL	0,0051	0160
SP-19	4+025 R	0,0051	0135
SP-23	4+140 L	0,0012	0146
SP-24	4+140 CL	0,0012	0169
SP-25	4+140 R	0,0012	0141
SP-35	4+700	0,0029	0219
SP-42	5+250	0,0046	0077
SP-52	5+700 R	0,0023	0129
SP-53	5+700 CL	0,0023	0151
SP-54	5+700 L	0,0023	0134

Dari hasil analisis didapatkan bahwa rata-rata nilai perbandingan Ch/Cv berdasarkan nilai NSPT, pada lokasi 1 dan 2 menunjukkan nilai NSPT semakin bertambah besar, bertambah besar pula nilai rasio Ch/Cv, yaitu N rata-rata lokasi 1 adalah 2,8 nilai rasio Ch/Cv = 0,43. Untuk lokasi 2 nilai N rata-rata 9, maka nilai Ch/Cv = 0,63. Tetapi untuk lokasi 3 tidak memberikan hasil yang menunjukkan korelasi karena nilai rasionya berbeda beda untuk nilai N yang sama, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

No SP	STA	Cv	Ch/Cv	N
SP-01	3+275	0,00376	1,5463	4
SP-09	3+750	0,01875	7,9227	3
SP-17	4+025 L	0,01868	3,6577	4
SP-18	4+025 CL	0,016	3,1325	4
SP-19	4+025 R	0,01354	2,6516	4
SP-23	4+140 L	0,01436	12,1381	2
SP-24	4+140 CL	0,01666	14,0799	2
SP-25	4+140 R	0,01391	11,759	2
SP-35	4+700	0,02206	7,5631	1
SP-42	5+250	0,00765	1,6695	2
SP-52	5+700 R	0,01305	5,5988	2
SP-53	5+700 CL	0,01533	6,5807	2
SP-54	5+700 L	0,01359	5,8316	2

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa nilai rasion C_h/C_v semakin besar dengan semakin besarnya nilai N untuk lokasi 1 dan 2, tetapi untuk lokasi 3 tidak memberikan hasil seperti pada lokasi 1 dan 2, dari beberapa data settlement plate.

SARAN

Perlu dilakukan pada beberapa lokasi dan meninjau parameter tanah lainnya yang dapat memberikan korelasi terhadap besarnya rasio C_h/C_v .

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ke Politeknik Negeri Jakarta atas pendanaan yang telah diberikan. PT.Teknindo Geosistem Unggul atas data monitoring settlement plate di lapangan. Juga pada mahasiswa bimbingan skripsi dan tugas akhir, (Fina, Zalfa, Syarifah)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adib Syarifudin, Noegroho Djarwanti, Niken Silmi Surjandari,” , Perubahan Parameter Konsolidasi Tanah Lempung Tanon Yang Dicampur Abu Ampas Tebu”, *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL Vol. 1 No. 4/Desember 2013/356*. <file:///C:/Users/03/Downloads/37487-92527-1-PB.pdf>
- [2] Aflizal Arafianto, Glenn Adriel Adiguna, Siska Rustiani,” Analisis Balik Kurva Penurunan terhadap Waktu pada Pekerjaan Reklamasi dengan Metode Elemen Hingga dan Evaluasi Derajat Konsolidasi Tanah Lunak Berdasarkan Hasil Monitoring Settlement Beacon, *Jurnal Teknik Sipil Vol. 29 No. 2, Agustus 2022*.
- [3] Citra Kusuma Andini, Yelvi, Azmi Lisani Wahyu, Handi Sudardja, dan Merley Misriani,” Penerapan Soil Preloading, PVD, dan PHD untuk Analisis Penurunan Konsolidasi Tanah,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil Vol. 20 No. 2 Edisi Oktober 2023*. <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jirs>
- [4] Fachry Ibrahim , Gregorius Sandjaja S, dan Aksan Kawanda,”Studi Kasus Perbandingan Analisis Penurunan Akibat Timbunan, Di Tangerang, Banten,” *Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 2, No. 2, Mei 2019: hlm 85-94*
- [5] Fina Mayumi Boangmanalu dan Istiatun,”Perbandingan Penurunan Konsolidasi Metode Terzaghi Dengan Asaoka Pada Vacuum Preloading, dengan meninjau dua lokasi penelitian,” *Construction and Material Journal Volume 5 No.2 Juli 2023*
- [6] Heny Susiazti, Masayu Widiastuti, Rusfina Widayati,”Analisis Penurunan Konsolidasi Metode Preloading Dan Prefabricated Vertical Drain (PVD), *JURNAL TEKNOLOGI SIPIL Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil Volume 4-2020*.

- [7]. Michael Christopher Yapriadi, Inda Sumarli, Ali Iskandar, "Evaluasi Settlement Menggunakan Surcharge Preloading Dengan PVD Pada Proyek Di Bandung Selatan, Jurnal Mitra Teknik Sipil Volume 3 No 3.
<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/8305>
- [8] Norma Puspita dan Ari Capri, "Analisa Penurunan Tanah Lunak Dengan Beberapa Metode Konsolidasi Pada Proyek Jalan Tol Palindra," *Cantilever Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil Volume 6 No 1 - 2017*. [49-94-1-PB.pdf](#)
- [9]. Sarfin Halim, Roesyanto, dan Rudi Iskandar, "Studi Perbandingan Parameter Konsolidasi Standar Dengan Konsolidasi Loading Unloading Reloading untuk Tanah Dengan Klasifikasi MH Atau A-7-5 (24)," *Jurnal Syntax Admiration Volume 2 No 4/2021*
- [10]. Wilson dan Alfred Jonathan Susilo, "Perbandingan Penurunan Konsolidasi Pada Tanah Yang Belum Diperbaiki Serta Yang Diperbaiki Dengan Preloading Dan Pemancangan Keliling," *Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 1, No. 2/2018*.
- [11]. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, Eka Nur Fitriani, Andri Arthono, "Perhitungan Kembali Nilai Koefisien Konsolidasi Pada Perbaikan Tanah Lempung Lunak," *Jurnal Teknologi Vol. 7, No.1/2017*
- [12]. V. Fioravante, D. Giretti, A. Masella, G. Vaciago, "Settlement prediction of shallow foundations for quality controls of sandy hydraulic fills," <https://www.sciencedirect.com/journal/soils-and-foundations/issues> 64 (2024) 101408
- [13]. Norma Patricia López-Acosta dan Alejandra Liliana, Espinosa-Santiago, "Vacuum consolidation effect on the hydromechanical properties of the unusual soft clays of the former Texcoco Lake," <https://www.sciencedirect.com/journal/soils-and-foundations/issues> 64 (2024) 101410