

RELATIONSHIP OF PORE NUMBER WITH CONSOLIDATION SETTLEMENT OF CLAY

HUBUNGAN VARIASI ANGKA PORI DENGAN PENURUNAN KONSOLIDASI TANAH LEMPUNG

Lola Cassiophea

Jurusan Teknologi dan Kejuruan Prodi Pendidikan Teknik Bangunan, FKIP,
Universitas Palangkaraya, Jl. H.Timang Tunjung Nyaho Palangkaraya Kode Pos 73112

e-mail: ll_cassiophea@yahoo.com

ABSTRACT

Settlement of the building can happen and will be happened, it is very detrimental to the stability of the building above the subgrade. The decrease can be considered stable when settlement has been predicted in advance by testing in the laboratory so that the building can be anticipated when settlement takes place. Consolidation is a process of downsizing volume slowly on perfectly saturated soil with low permeability due to partial drainage of pore water. Void ratio at the end of each period increase of pressure (load) can be calculated from the reading of the gauge dial and so is the case with moisture (water content) or dry weight (dry weight) of soil samples at the end of the test. All the land that is stressed will experience strain in the soil skeleton. Integration strain (deformation per unit length) along the depth of which is influenced by pressured is called voltage reduction. Tests conducted on water content, Atterberg tests, density test, grain size distribution and consolidation. Before the initial load is given shows that the initial compression is relatively large, but after a given initial load of 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, 80 kPa produces variations of pore number with time of loading each one day, showed that the decline in the smaller clay consolidation, meaning the presence of a load that produces variations void ratio can reduce the compression clay. The ratio of the addition of a load of 40 kPa, 80 kPa on the graph void ratio and pressure of 5 kPa looks irregular, 10 kPa, 20 kPa. This is because at 10 kPa and 20 kPa has reached the maximum so that the additional load reduction that results in void ratio variations will not affect the decrease, thus the ratio of the addition of a load that produces a good variation of void ratio is at 10 kPa and 20 kPa

Keywords: pore number, settlement, consolidation

ABSTRAK

Penurunan pada bangunan dapat terjadi dan pasti terjadi, dan hal tersebut sangat mempengaruhi kestabilan bangunan yang dibangun di atas tanah dasar. Penurunan tetap stabil jika diprediksi terlebih dahulu dengan pengujian di laboratorium, sehingga jika terjadi penurunan pada bangunan dapat segera diantisipasi. Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Angka pori pada akhir setiap periode penambahan tekanan (beban) dapat dihitung dari pembacaan arloji pengukur dan begitu pula halnya dengan kadar air (*water content*) atau berat kering (*dry weight*) dari contoh tanah pada akhir pengujian. Semua tanah yang mengalami tegangan akan mengalami regangan di dalam kerangka tanah tersebut. Integrasi regangan (*deformasi* per satuan panjang) sepanjang kedalaman yang dipengaruhi oleh tegangan disebut penurunan. Pengujian dilakukan meliputi uji kadar air, uji atterberg, uji berat jenis, uji distribusi butiran dan uji konsolidasi. Sebelum beban awal di berikan terlihat bahwa pemampatan awal relatif besar, akan tetapi setelah di berikan beban awal sebesar 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, 80 kPa menghasilkan variasi angka pori yang berbeda dengan waktu pembebanan masing-masing 1 hari, menunjukkan bahwa penurunan konsolidasi tanah lempung semakin kecil, berarti dengan adanya beban yang menghasilkan variasi angka pori dapat mengurangi pemampatan tanah lempung. Rasio penambahan beban 40 kPa, 80 kPa pada grafik angka pori dan tekanan terlihat beraturan dari 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa. Hal ini di karenakan pada 10 kPa dan 20 kPa telah mencapai penurunan maksimal sehingga penambahan beban yang menghasilkan variasi angka pori tidak akan mempengaruhi penurunan, dengan demikian rasio penambahan beban yang menghasilkan variasi angka pori yang baik adalah pada 10 kPa dan 20 kPa.

Kata kunci: angka pori, penurunan, konsolidasi

PENDAHULUAN

Konstruksi bangunan bagi pengembangan kota dan desa harus dalam kondisi stabil baik kondisi struktur atas maupun struktur bawah. Bangunan sipil yang berupa jalan, jembatan, gedung, bangunan air mempunyai peranan penting bagi kemajuan ekonomi masyarakat. Penurunan (*settlement*) pada konstruksi bangunan seringkali terjadi dan harus terjadi hanya saja penurunan tersebut dapat terkontrol dengan baik atau tidak.

Bila lapisan tanah jenuh berpermeabilitas rendah dibebani, maka tekanan air pori di dalam lapisan tersebut segera bertambah. Perbedaan tekanan air pori pada lapisan tanah, berakibat air mengalir ke lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih rendah, yang diikuti penurunan tanahnya. Karena permeabilitas yang rendah ini butuh waktu. Pada Gambar 1 dan Gambar 2 di perlihatkan contoh-contoh kasus keretakan struktur akibat penurunan konsolidasi.

Penelitian ini mendasari studi pada resiko penurunan bangunan konstruksi sipil yang diharapkan dapat memberi manfaat dan berguna bagi

pembangunan di kemudian hari. Percobaan konsolidasi menjadi salah satu cara untuk meninjau resiko penurunan bangunan di kemudian hari dan dapat memprediksi penurunan tersebut sehingga bangunan dapat direncanakan sesuai dengan resiko penurunan tersebut.

Semua tanah yang mengalami tegangan akan mengalami regangan di dalam kerangka tanah tersebut. Regangan ini disebabkan oleh penggulingan, penggeseran, atau penggelinciran dan terkadang juga karena kehancuran partikel-partikel tanah pada titik-titik kontak, serta distorsi elastis. Akumulasi statistik dari deformasi dalam arah yang ditinjau ini merupakan regangan. Integrasi regangan (*deformasi* per satuan panjang) sepanjang kedalaman yang dipengaruhi oleh tegangan disebut penurunan (Hardiyatmo,2011). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, dengan melakukan percobaan pengujian di laboratorium. Mengetahui variasi angka pori dan penurunan konsolidasi pada tanah lempung Desa Haringen.



Gambar 1. Retak di dinding bangunan



Gambar 2. Garis retak di sisi dinding bangunan menuju ke lantai ubin

Konsolidasi

Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus-menerus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total benar-benar hilang. Jangka waktu terjadinya konsolidasi tergantung pada bagaimana cepatnya tekanan air pori yang berlebih akibat beban yang bekerja dapat dihilangkan. Karena itu koefisien permeabilitas merupakan faktor penting di samping penentuan berapa jauh jarak air pori yang harus dikeluarkan dari pori-pori yang ukurannya bertambah kecil untuk dapat meniadakan tekanan yang berlebihan. Kasus yang paling sederhana adalah konsolidasi satu dimensi, di mana kondisi regangan lateral nol mutlak ada (Hardiyatmo, 2011).

Prosedur untuk melakukan uji konsolidasi satu dimensi pertama-tama diperkenalkan oleh Terzaghi. Uji tersebut dilakukan di dalam konsolidometer (kadang-kadang disebut sebagai oedometer). Skema konsolidometer ditunjukkan dalam gambar 2.4. Contoh tanah diletakkan di dalam cincin logam dengan dua buah batu berpori diletakkan di atas dan di bawah contoh tanah tersebut, ukuran contoh tanah yang digunakan biasanya adalah diameter 2,5 inci (63,5 mm) dan tebal 1 inci (25,4 mm). Pembebanan pada contoh tanah dilakukan dengan cara meletakkan beban pada ujung sebuah balok datar, dan pemampatan (*compression*) contoh tanah diukur dengan menggunakan skala ukur dengan skala mikrometer. Contoh tanah selalu direndam air selama percobaan.

Tiap-tiap beban biasanya diberikan selama 24 jam. Setelah itu, beban dinaikkan sampai dengan dua kali lipat dari sebelumnya, dan pengukuran pemampatan diteruskan.

Ada tiga tahapan yang berbeda yang diperoleh dari hasil percobaan konsolidasi, yaitu Tahap I: Pemampatan awal (*initial compression*), yang pada umumnya disebabkan oleh pembebanan awal (*preloading*). Tahap II: Konsolidasi primer (*primary consolidation*), yaitu periode selama tekanan air pori secara lambat laun dipindahkan ke dalam tegangan efektif, sebagai akibat dari keluarnya air dari pori-pori tanah. Tahap III: Konsolidasi sekunder (*secondary consolidation*), yang terjadi setelah tekanan air pori hilang seluruhnya. Pemampatan yang terjadi di sini disebabkan oleh penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

Asumsi-asumsi yang dibuat dalam teori Terzaghi ini adalah:

- a. Tanah adalah homogen.
- b. Tanah benar-benar jenuh.
- c. Partikel padat tanah dan partikel air tidak kompresibel.
- d. Kompresi dan aliran adalah satu dimensi (vertikal).
- e. Regangan kecil.
- f. Hukum Darcy berlaku untuk semua gradien hidrolis.
- g. Koefisien permeabilitas dan koefisien kompresibilitas volume tetap konstan selama proses berlangsung.
- h. Terdapat hubungan yang khusus (unik), tidak tergantung waktu, antara angka pori dan tegangan efektif.

Dengan melihat asumsi 6, terdapat bukti adanya penyimpangan dari hukum Darcy pada gradien hidrolis rendah dari asumsi 7, koefisien permeabilitas menurun sewaktu angka pori menurun selama konsolidasi, koefisien kompresibilitas volume juga menurun selama konsolidasi karena hubungan $e-\sigma'$ tidak linear. Tetapi untuk kenaikan tegangan kecil, asumsi 7 beralasan. Pembatasan yang utama dari teori Terzaghi ini adalah asumsi 8 (bagian dari keadaan satu dimensi). Hasil-hasil pengujian memperlihatkan bahwa hubungan antara angka pori dan tegangan efektif tergantung pada waktu.

Sebagai contoh nyata kejadian konsolidasi di lapangan dapat dilihat pada gambar berikut. Di sini diperlihatkan suatu fondasi yang dibangun di atas tanah lempung jenuh yang diapit oleh lapisan tanah pasir dengan tinggi muka air tanah di batas lapisan lempung sebelah atas. Segera setelah pembebanan, lapisan lempung mengalami kenaikan tegangan sebesar $\Delta\sigma$. Air pori di dalam lapisan lempung ini dianggap dapat mengalir dengan baik ke lapisan pasir dan arah aliran air hanya ke atas dan ke bawah saja. Dianggap pula bahwa besarnya tambahan tegangan $\Delta\sigma$ sama di sembarang kedalaman lapisan lempung.

Jalannya konsolidasi dapat diamati lewat pipa-pipa piezometer yang dipasang di sepanjang kedalaman tanah lempung, sedemikian hingga tinggi air dalam pipa piezometer menyatakan kelebihan tekanan air pori (excess pore water pressure) di lokasi pipa dipasang.

Akibat tambahan tekanan $\Delta\sigma$, yaitu segera setelah beban bekerja, tinggi air dalam pipa piezometer naik setinggi $h = \Delta\sigma/\gamma_w$ (atau terdapat kenaikan tekanan air pori sebesar $\Delta\sigma = h \gamma_w$ yang dinyatakan oleh garis DE. Garis DE ini menyatakan distribusi kelebihan air pori awal. Dalam waktu tertentu, tekanan air pori pada

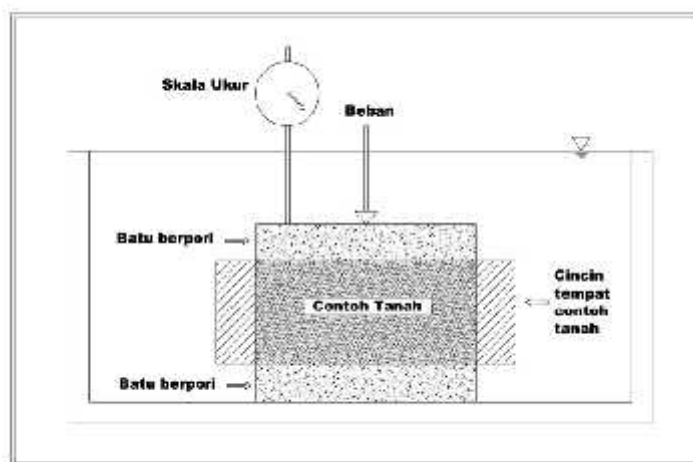
lapisan yang lebih dekat berkurang, sedangkan tekanan air pori lapisan lempung di bagian tengah masih tetap. Kedudukan ini ditunjukkan oleh kurva K1. Dalam tahapan waktu sesudahnya, ketinggian air dalam pipa ditunjukkan dalam kurva K2. Setelah waktu yang lama, tinggi air dalam pipa piezometer mempunyai kedudukan yang sama dengan kedudukan muka air tanah awal saat sebelum pembebanan (garis AC). Kedudukan garis AC ini menunjukkan proses konsolidasi telah selesai, yaitu ketika kelebihan tekanan air pori (Δu) telah nol.

Pada awalnya, tiap kenaikan beban didukung sepenuhnya oleh tekanan air pori (Δu) yang besarnya sama dengan $\Delta\sigma$. Dalam kondisi demikian tidak ada perubahan tegangan efektif di dalam tanah. Setelah air pori sedikit demi sedikit keluar dari rongga pori tanah lempung, secara berangsur-angsur tanah mampat, dan beban perlahan-lahan ditransfer ke butiran tanah, sehingga tegangan efektif bertambah. Akhirnya kelebihan tekanan air pori menjadi nol. Pada kondisi ini, tekanan air pori sama dengan tekanan hidrostatik yang diakibatkan oleh air tanahnya.

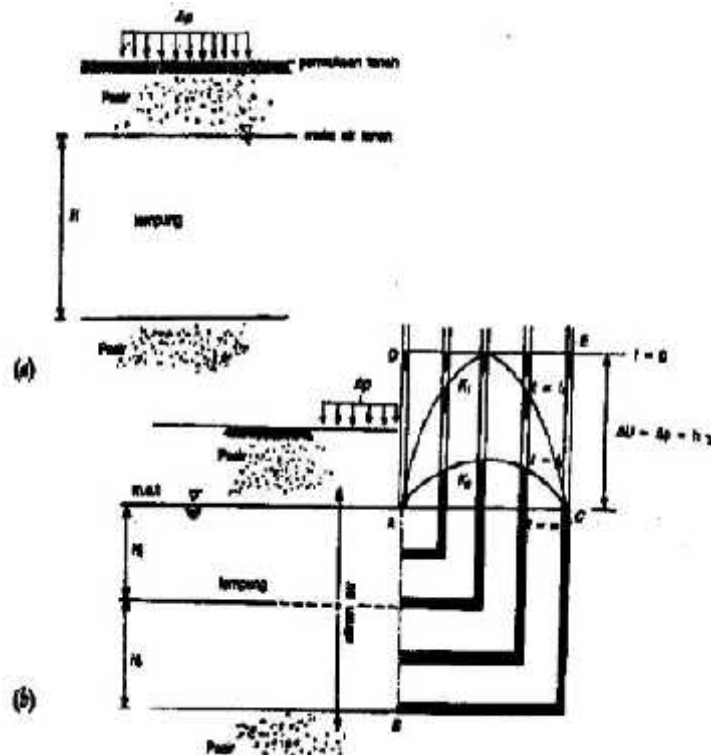
Angka Pori

Angka pori pada akhir setiap periode penambahan tekanan (beban) dapat dihitung dari pembacaan arloji pengukur dan begitu pula halnya dengan kadar air (*water content*) atau berat kering (*dry weight*) dari contoh tanah pada akhir pengujian (Hardiyatmo,1996). Teori ini berhubungan dengan besaran-besaran di bawah ini:

- a. Tekanan air pori berlebihan (u).
- b. Kedalaman (z di bawah lapisan lempung teratas). Waktu (t) dari penggunaan kenaikan tegangan total seketika.



Gambar 3. Alat uji konsolidasi



Gambar 4 Reaksi tekanan air pori terhadap beban fondasi (a) Fondasi pada tanah lempung jenuh, (b) Diagram perubahan tekanan air pori terhadap waktu

Penurunan (*Settlement*)

Semua tanah yang mengalami tegangan akan mengalami regangan di dalam kerangka tanah tersebut. Regangan ini disebabkan oleh penggulingan, penggeseran, atau menggelinciran dan terkadang juga karena kehancuran partikel-partikel tanah pada titik-titik kontak, serta distorsi elastis. Akumulasi statistik dari deformasi dalam arah yang ditinjau ini merupakan regangan. Integrasi regangan (*deformasi* per satuan panjang) sepanjang kedalaman yang dipengaruhi oleh tegangan disebut penurunan (Hardiyatmo, 1996).

Metode penurunan seperti ini sebagian besar tidak dapat mengembalikan tanah pada keadaan semula apabila tegangan diadukan karena terjadi pengurangan angka pori yang permanen. Regangan pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus yang kering atau jenuh sebagian akan terjadi sesudah bekerjanya tegangan. Bekerjanya tegangan terhadap tanah yang berbutir halus yang jenuh akan menghasilkan tegangan yang bergantung pada waktu. Penurunan yang dihasilkan akan bergantung juga pada waktu dan disebut penurunan konsolidasi. Secara umum, penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu:

- Penurunan konsolidasi, yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat

proses konsolidasi. Penurunan konsolidasi dibagi menjadi dua, yaitu penurunan konsolidasi primer dan penurunan konsolidasi sekunder.

- Penurunan segera, yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.

Bilamana suatu lapisan tanah jenuh air diberi penambahan beban, angka tekanan air pori akan naik secara mendadak. Pada tanah berpasir yang tembus air (*permeable*), air dapat mengalir dengan cepat sehingga pengaliran air pori ke luar sabagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah; berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapisan tanah itu. Karena air pori di dalam tanah berpasir dapat mengalir ke luar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi bersamaan.

Bilamana suatu lapisan tanah lempung jenuh air yang memampat (*compressible*) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (*settlement*) akan terjadi dengan segera. Koefisien rembesan lempung sangat kecil bila dibandingkan dengan koefisien rembesan pasir sehingga penambahan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berkurang secara lambat laun dalam waktu yang sangat lama. Jadi untuk tanah lempung lembek perubahan volume yang

disebabkan oleh konsolidasi akan terjadi sesudah penurunan segera. Penurunan konsolidasi tersebut biasanya jauh lebih besar dan lebih lambat dibandingkan dengan penurunan segera. Dengan pengetahuan yang didapat dari analisis hasil uji konsolidasi, sekarang dapat dihitung penurunan yang disebabkan oleh konsolidasi primer di lapangan, dengan menganggap bahwa konsolidasi tersebut adalah satu dimensi.

METODE PENELITIAN

Sampel berupa Tanah Lempung yang di ambil dari Desa Haringen, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Pemeriksaan Kadar Air, Pemeriksaan *Atterberg Limit*, Pemeriksaan Distribusi Butiran. Pengujian Konsolidasi. Metode uji konsolidasi yang dilakukan adalah dengan uji beban langsung 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, 8 kPa selama 1 minggu, uji beban bertahap selama 24 jam dan uji konsolidasi beban setelah di beri beban awal. Dari uji konsolidasi nantinya diperoleh grafik angka pori,waktu dan penurunan untuk menghitung Cc, Cr dan Cv.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik dan Kasifikasi Tanah Lempung Desa Haringen

Penelitian pendahuluan terhadap sifat-sifat fisik tanah lempung dari Desa Haringen adalah sebagaimana ada dalam Tabel 1. Tabel 1 menyatakan bahwa tanah Desa Haringen kadar air yang tinggi yaitu 49,974 % , berat jenis 2,488 termasuk jenis tanah lempung dan diklasifikasikan sebagai tanah dengan plastisitas tinggi. Nilai LL = 55,397%, PL = 30,475 % dan nilai PI = 25, 122% . Dari hasil analisa hidrometer tanah termasuk berbutir kasar karena fraksi haus < 502 yaitu 15 % ,

tanah bergradasi seragam karena kurva curam, $C_u >$, tanah uji bergradasi jelek karena tidak memenuhi syarat $C_c < 3$ yaitu 6,6.

Kurva Hubungan Akar Waktu Pembebanan 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, 80 kPa

Periode pembebanan dan besar beban awal yang diberikan mempunyai pengaruh terhadap besar angka pori, hal ini dapat dilihat pada Gambar 5. Tanah lempung lebih di dominasi dengan ruang pori yang diisi dengan air dan udara, terlihat hubungan dari tingginya kadar air tanah lempung. Perubahan volume berhubungan dengan nilai angka pori semakin besar beban yang diberikan maka semakin kecil nilai angka pori yang terjadi. Pada Gambar 5 diperlihatkan kurva hubungan angka pori terhadap tekanan efektif pada masing-masing sampel. Besar tekanan efektif sangat mempengaruhi kecepatan air pori untuk mengalir keluar, terutama proses keluarnya air pori dari makropori berangsur cepat. Sebelum beban awal diberikan terlihat bahwa pemampatan awal relatif besar, akan tetapi setelah diberikan beban awal sebesar 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, 80 kPa dengan waktu pembebanan masing-masing 1 hari, menunjukkan bahwa penurunan tanah lempung semakin kecil, berarti akibat adanya beban awal yang diberikan, maka tanah lempung semakin mampat. Angka pori dihitung setelah dilakukan uji konsolidasi. Pada gambar 6 menunjukkan grafik hubungan antara angka pori terhadap tegangan untuk uji konsolidasi beban bertahap selama 24 jam. Memperlihatkan bahwa semakin besar tegangannya maka angka pori semakin mengecil. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pemampatan yang lebih besar pada beban yang besar.

Tabel 1. Sifat fisik tanah lempung Desa Haringen

No	Sifat Fisis	Nilai Koefisien
1	Kadar Air	49,974 %
2	Berat Jenis (Gs)	2,488 gr/cm ³
3	Berat Volume Basah	1,686 gr/cm ³
4	Berat Volume Kering	0,0023 gr/cm ³
5	Liquid Limit (LL)	55, 397 %
6	Plastic Limit (PL)	30,475 %
7	Plastisitas Indek (PI)	25, 122%
8	Batas Susut (SR)	19,6 %
9	Analisis Hidrometer	Fraksi haus 15 %, $C_u > 1$, $C_c = 6,6$

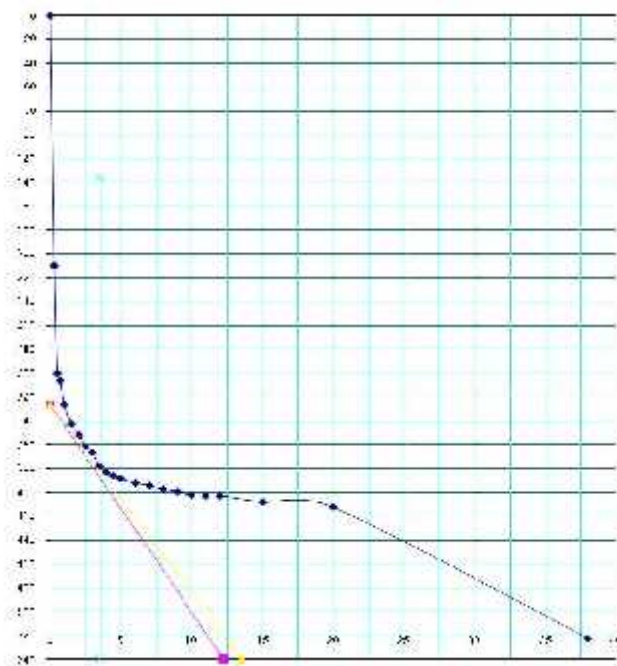
Sumber: Analisa laboratorium 2014

Tabel 2. Hasil perhitungan uji konsolidasi

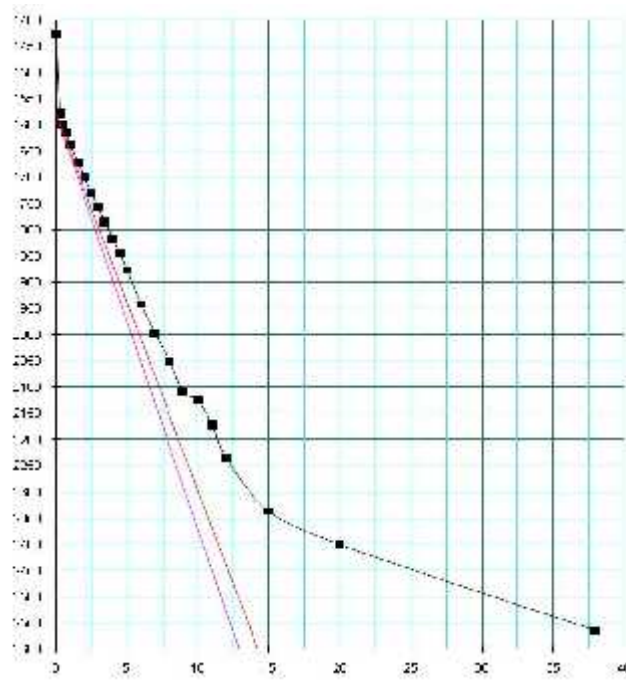
Beban (P) (kg/cm ²)	Bacaan Akhir Arloji		Perubahan Tebal Benda Uji $\Delta H = H_0 - H$	Perubahan Angka Pori $\Delta e = \Delta H/H_s$	Angka Pori $e = e_0 - \Delta e$	Tebal Akhir $H' = H_0 - \Delta H$ (cm)	$\frac{1}{2}$ Tebal Rata-Rata $d = (H_0 + H')/4$	T90	C _v
	Pembacaan Arloji (x)	Penurunan $\Delta H = x \cdot 10^{-4}$							
0,00									
0,25									
0,50	522	0,0522	0,0522	0,0578	1,1551	1,9478	0,5000	12,90	0,00106
1,00	766	0,0766	0,0244	0,0270	1,1281	1,9234	0,9870	42,250	0,00032
2,00	1428	0,1428	0,0662	0,0732	1,0549	1,8572	0,9809	36,000	0,00037
4,00	2564	0,2564	0,1136	0,1257	0,9292	1,7436	0,9643	4,410	0,00281
8,00	3892	0,3892	0,1328	0,1469	0,7822	1,6108	0,9359	1,210	0,00952
2,00	3360	0,3360	-0,0532	-0,058	0,8411	1,6640	0,9027		
0,25	2614	0,2614	-0,0746	-0,0825	0,9236	1,7386	0,9160		

Dari grafik hubungan akar waktu terhadap masing-masing pembebanan diperoleh hubungan bahwa angka pori menurun sebanding dengan beban yang di berikan. Penyebab turunnya angka pori adalah saat tekanan di perbesar, ketinggian sampel tanah mengalami

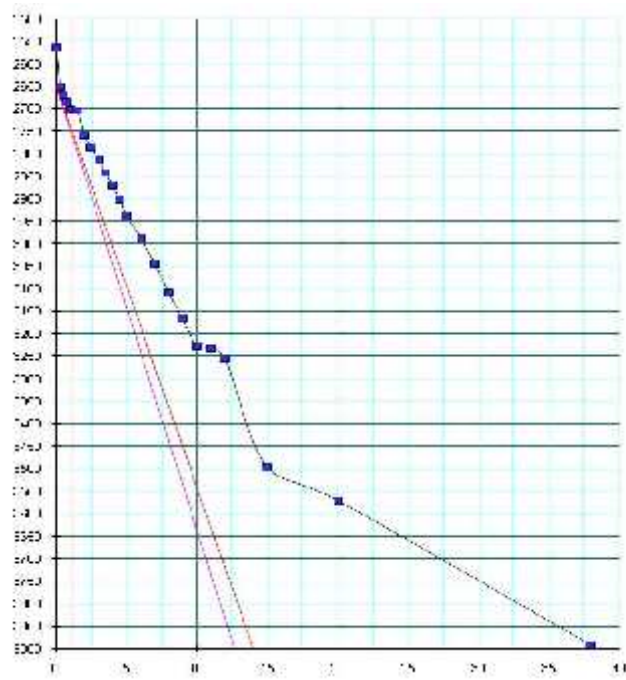
penurunan. Penurunan ini menandakan adanya pengurangan jumlah pori tanah yang ada sehingga mengurangi besarnya angka pori. Penambahan beban di mulai dari 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, 80 kPa.



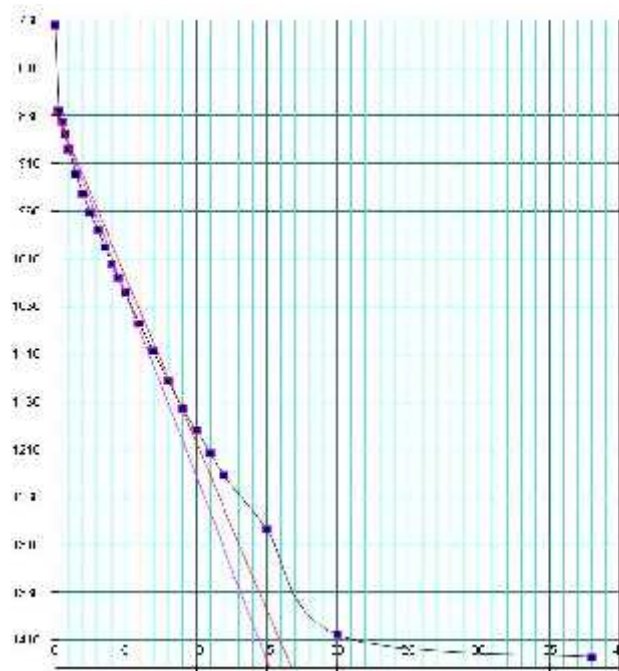
Gambar 5. Hubungan akar waktu pembebanan 5 kPa



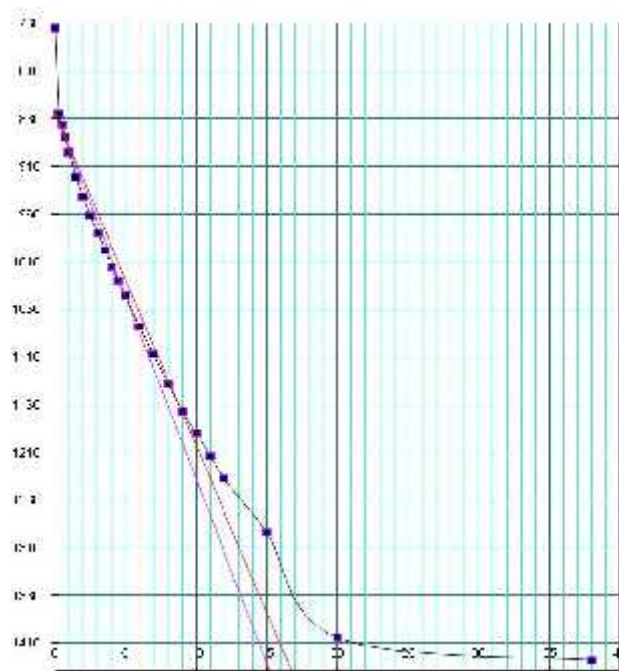
Gambar 6. Hubungan akar waktu pembebanan 10 kPa



Gambar 7. Hubungan akar waktu pembebanan 20 kPa



Gambar 8. Hubungan akar waktu pembebanan 40 kPa



Gambar 9. Hubungan akar waktu pembebanan 80 kPa

Indeks Pemampatan (C_c) dan Indeks Pemampatan Kembali (C_r)

Terdapat pengaruh beban awal terhadap indeks pemampatan sekunder. Pengaruh yang dimaksud adalah semakin besar beban awal yang diberikan dan semakin besar angka pori, maka akan semakin kecil nilai indeks pemampatan sekunder, atau sebaliknya semakin kecil beban awal, maka semakin besar indeks pemampatan sekunder. Pada gambar 3 terlihat pada

beban awal 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, dan 80 kPa indeks pemampatan terus naik.

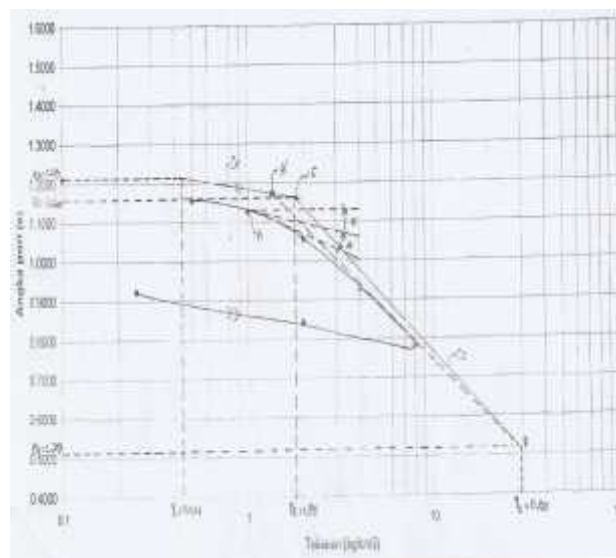
Nilai indeks pemampatan adalah kemiringan garis penurunan dan garis konsolidasi tanah. Kemiringan konsolidasi dipengaruhi oleh tingkat karakteristik tanah. Garis konsolidasi lapangan berpotongan dengan konsolidasi laboratorium di titik $e_b = 0,42 e_0$. Nilai indeks pemampatan (C_c) dan nilai indeks pemampatan kembali (C_r) akibat penambahan beban dapat

ditentukan dari grafik hubungan antara tekanan dan angka pori. Pada gambar memperlihatkan bahwa nilai indeks pemampatan (C_c) atau kemiringan dari bagian lurus grafik e - $\log p'$ sebesar 0,794. Pada gambar juga memperlihatkan bahwa indeks pemampatan kembali (C_r) atau kemiringan dari kurva pelepasan beban dan pembebanan kembali pada grafik e - $\log p'$ dengan nilai sebesar 0,087, Ini menunjukkan bahwa tanah termasuk dalam lempung medium.

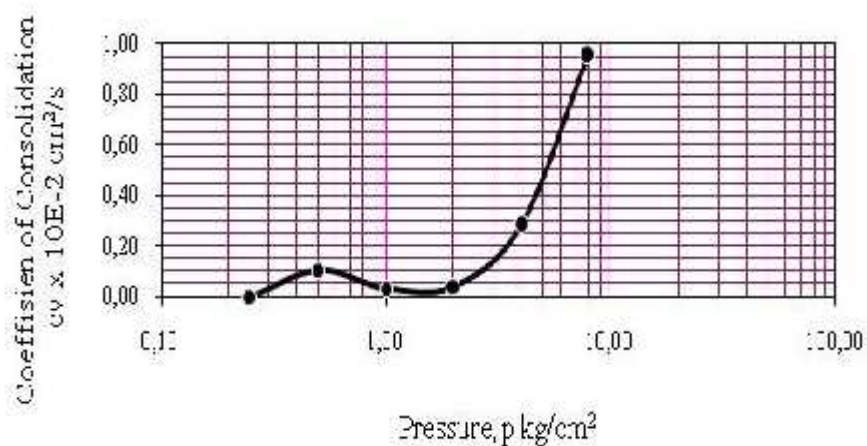
Koefisien Konsolidasi (C_v)

Besar beban awal berpengaruh terhadap nilai koefisien konsolidasi, kondisi tersebut karena semakin

besar beban dan lama pembebanan awal maka proses keluarnya air dari batu pori berlangsung cepat, di ikuti dengan penurunan yang besar menyebabkan tanah semakin mampat dan kekuatan tanah semakin bertambah. Semakin besarnya koefisien pemampatan dan semakin besar nilai koefisien perubahan volume, maka semakin besar nilai koefisien konsolidasi. Pada gambar dapat di lihat bahwa nilai konsolidasi mengalami peningkatan pada tekanan 10 kPa dan mengalami penurunan pada tekanan 20 kPa. Untuk nilai C_v terbesar untuk tanah lempung Desa haringen yaitu dengan pembebanan 80 kPa sebesar 0,0190 cm^2/detik .



Gambar 10. Grafik Hubungan antara tekanan dan angka pori



Gambar 11. Grafik hubungan antara tekanan dengan koefisien konsolidasi

Besar kecilnya rasio penambahan beban sangat berpengaruh dengan kecepatan aliran air yang keluar dari pori-pori tanah lempung. Semakin besar rasio beban yang di perikan, semakin cepat air yang keluar. Nilai koefisien konsolidasi di pengaruhi oleh besarnya nilai T90 yang di peroleh. Besarnya pemampatan yang terjadi menyebabkan besarnya nilai T90 yang di peroleh tidak beraturan. Berdasarkan gambar di atas dapat dikatakan bahwa pada angka pori yang besar, penurunan konsolidasi berlangsung lambat, sedangkan pada angka pori yang kecil, penurunan konsolidasi berlangsung cepat. Pada konsolidasi beban bertahap 24 jam, nilai koefisien konsolidasi (Cv) pada penambahan tekanan sebesar 20 kPa mengalami kenaikan, setelah sebelumnya mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena kadar air yang tinggi pada sampel tanah lempung, akibat dari variasi rasio penambahan beban pada uji konsolidasi tanah lempung.

KESIMPULAN

Dari studi penelitian serta analisa yang telah di lakukan, ada beberapa kesimpulan antara lain:

- a. Sebelum beban awal di berikan terlihat bahwa pemampatan awal relatif besar, akan tetapi setelah di berikan beban awal sebesar 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, 80 kPa menghasilkan variasi angka pori yang berbeda dengan waktu pembebanan masing-masing 1 hari, menunjukkan bahwa penurunan konsolidasi tanah lempung semakin kecil, berarti dengan adanya beban yang menghasilkan variasi angka pori dapat mengurangi pemampatan tanah lempung.
- b. Rasio penambahan beban 40 kPa, 80 kPa pada grafik angka pori dan tekanan terlihat beraturan dari 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa. Hal ini di karenakan pada

10 kPa dan 20 kPa telah mencapai penurunan maksimal sehingga penambahan beban yang menghasilkan variasi angka pori tidak akan mempengaruhi penurunan, dengan demikian rasio penambahan beban yang menghasilkan variasi angka pori yang baik adalah pada 10 kPa dan 20 kPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Budhu, M. 2000. *Soil Mechanics and Foundations*. John Wiley & Sons. New York.
- Craig. *Soil Mechanics* (terjemahan oleh Prof. Dr. Ir. Budi Susilo Soepandji) fourth edition. Penerbit Erlangga.
- Das, B.M. 2002. *Principles of Geotechnical Engineering*, Brooks/Cole. New York.
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Mekanika Tanah I*. UGM Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Mekanika Tanah II*. UGM Press. Yogyakarta.
- Patrisia, Yulin. 2013. *Proposal Penelitian Dosen Pemula Pemanfaatan Serbuk Kayu Benuas Sisa Industri Penggergajian sebagai Bahan Pembuatan paving Block*. Universitas Palangkaraya. Palangka Raya.
- Vidayanti, Desiana. *Mekanika Tanah 2*, Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Waruwu, Aazokhi dkk. 2012. Tinjauan Karakteristik Konsolidasi Tanah Gambut Bagan siapi-api" *Jurnal Rancang Sipil*. Institut Teknologi Medan.