



Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Pengaruh Penambahan Agregat Pasir Terhadap Index Plastisitas Dan Permeabilitas Pada Tanah Timbunan Zona Inti

Setyadi Hartomo^{a,*}

Waskita Karya, Jl. MT Haryono Kav. No. 10 Cawang – Jakarta Timur 13340

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 30 Agustus 2021
Direvisi 18 November 2021
Diterbitkan 24 Desember 2021

Kata kunci:

Bendungan
Zona Inti
Index Plastisitas
Permeabilitas

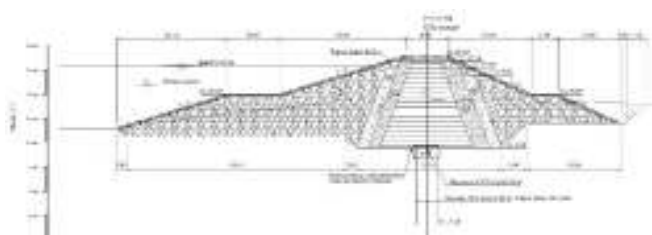
ABSTRAK

Bendungan Margatiga merupakan bendungan yang didesain kombinasi bendungan beton gravity dan urugan batu dengan inti tegak. Bendungan beton gravity berada dipalung sungai dan bendungan urugan dengan inti tegak berada di dataran banjir sungai. Bendungan tipe urugan merupakan urugan berzonal yang terdiri atas inti vertikal, filter, transisi dan urugan batu. Zona inti dalam dalam timbunan pada proyek Bendungan Marga Tiga merupakan zona kedap air sehingga material yang digunakan material memiliki Index Plastisitas antara 15 – 30 dengan permeabilitas minimal 1×10^{-6} . Index Plastisitas yang terlalu tinggi juga tidak terlalu bagus karena pada saat proses pemadatan menjadi sulit, sedangkan yang terjadi di Proyek Bendungan Marga Tiga inti zona inti yang digunakan memiliki index plastisitas sebesar 47% dengan permeabilitas $2,7 \times 10^{-7}$. Tentu saja ini akan menjadi permasalahan sendiri pada pelaksanaan nantinya sehingga diperlakukan penambahan agregat lain dalam hal penelitian ini menggunakan agregat pasir yang nantinya diharapkan dapat menurunkan angka indeks plastisitas tetapi tetap dalam permeabilitas minimal yang telah ditentukan..

1. Pendahuluan

Bendungan Marga Tiga didesain menjadi kombinasi bendungan beton gravity dan urugan batu dengan inti tegak. Bendungan beton gravity berada di palung sungai dan bendungan urugan dengan inti tegak berada di dataran banjir sungai. Bendungan tipe urugan merupakan urugan berzonal yang terdiri atas inti vertikal, filter, transisi dan urugan batu. Adapun kemiringan lereng udik adalah 1 : 3,00 dan lereng hilir 1 : 2. Desain potongan Melintang Tubuh Bendungan mengikuti Standar Nasional Indonesia RSNI T-01-2002 Tata Cara Desain Tubuh Bendungan Tipe Urugan; Pd T-03.3-2005) (Gambar 1). (Bendungan Margatiga, 2019).

Untuk memenuhi kebutuhan material pada bendungan Marga Tiga makan telah dilakukan penyelidikan lapangan terhadap material.



Gambar 1. Potongan Melintang Tubuh Bendungan

Konstruksi tersebut di atas, maka didapatlah lokasi, sebaran serta volume potensial terhadap masing – masing jenis material. Dari beberapa pertimbangan seperti jarak dan lokasi pengambilan material maka dari beberapa borrow yang telah dites maka ditunjuk borrow C untuk material zona inti.

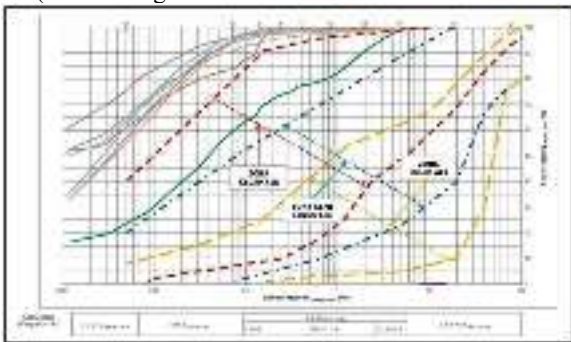
*Penulis Korespondensi

Email : setyadihartomo@waskita.co.id

Adapun kajian terhadap Borrow C antara lain sebagai berikut :

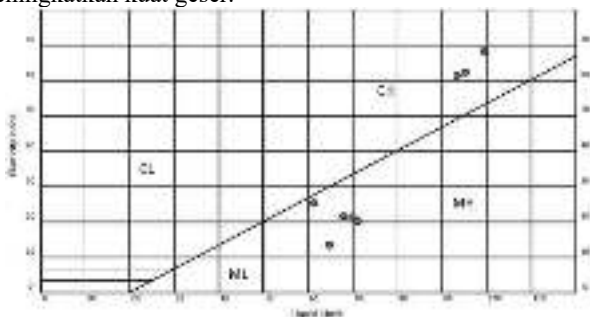
- Jenis tanah : lanau lempungan (MH)
- Lolos saringan no. 200 : 62.09 – 96.06 % (tidak masuk kurva zona gradasi USBR)
- Indeks Plastisitas, PI : 20 – 67 % $\geq 20\%$ ---- \square memenuhi kriteria
- Koefisien Permeabilitas, klab : 7×10^{-8} cm/dt < 5×10^{-6} ---- \square memenuhi kriteria
- Tanah bersifat non-dispersif-- \square memenuhi kriteria
- Volume tersedia : ± 280.000 m³.

Secara umum material tanah borrow area C mempunyai butiran halus (lolos saringan #200) antara 62 – 96 %, sehingga tidak masuk dalam kurva zona gradasi USBR (Lihat Gambar 2.). Material ini mempunyai nilai plastisitas PI 20 – 67 % dan LL 62 – 98 % (Lihat Casagrande's



Gambar 2. Kurva Gradasi Tanah Borrow Area C

Plasticity Chart pada Gambar 3). Mengingat bahwa material ini mempunyai kadar pasir 3.4 %, maka penambahan material pasir atau mixing dibutuhkan guna memperbaiki gradasi, memperbaiki workability, menurunkan potensi swelling, dan meningkatkan kuat geser.



Gambar 3. Plot Plastisitas Tanah Borrow Area C pada Casagrande's Plasticity Chart

Berdasarkan latar belakang di atas dirumuskan bahwa untuk menurunkan angka indeks plastisitas dan memperbaiki gradasi maka perlu dilakukan dengan melakukan mixing dengan agregat pasir.S

Tujuan dari penelitian ini adalah mencari prosentase agregat pasir yang diperlukan untuk menurunkan angka indeks plastisitas tapi masih dalam batas minimum permeabilitas yang telah ditentukan untuk material zona inti.

Penelitian ini memiliki batasan masalah di antaranya adalah 1) Prosentase material yang dipakai antara lain sebesar 20%, 30%, 40%. 2) Material tanah yang digunakan menggunakan material borrow C. 3) Agregat pasir yang digunakan menggunakan pasir yang berasal dari desa trisinar sistem ini.

2. Metodologi

2.1 Atterberg Limit Determination/ Batas-Batas Atterberg

Atterberg Limit diciptakan oleh Albert Atterberg seorang kimiawan Swedia, yang kemudian diperbaharui oleh Arthur Casagrande. Limit ini adalah Perhitungan dasar dari tanah butir halus. Apabila tanah butir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat di remas-remas (remolded) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap di sekeliling permukaannya.

Atterberg mengembangkan metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah butir halus pada kadar air yang bervariasi. Berdasarkan pada jumlah air pada tanah, tanah dapat dipisahkan dalam 4 keadaan dasar : solid, semi-solid, plastis, dan cair.

Setiap tingkat mempunyai kepadatan dan tingkah laku tanah berbeda-beda dan begitu juga properti teknisnya. Batas perbedaan antara setiap bentuk dapat ditentukan berdasarkan perubahan kebiasaan tanah tersebut. Atterberg dapat digunakan antara silt dan clay, yang dapat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian pada setiap jenisnya.

A. Plastic limit (PL)/batas plastis

PL yaitu keadaan kadar air, dinyatakan dalam persen, dimana tanah mulai berlaku seperti plastis. Apabila tanah digulung sampai dengan diameter 3mm dan menjadi retak. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah. Cara pengujiannya sangat sederhana, yaitu dengan cara menggulung massa tanah berukuran elipsoida dengan telapak tangan di atas kaca datar.

B. Indeks plastis/ The plasticity index (PI)

Yaitu ukuran plastis tanah. PI adalah perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah.

$$PI = LL - PL$$

C. Liquid limit (LL)/ Batas cair

LL merupakan kadar air dimana tingkah laku tanahnya merupakan perubahan dari plastis ke cair. Pada kadar air tersebut tanah mempunyai kuat geser terendah.

2.2 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk meloloskan atau melewati air. Permeabilitas tanah juga merupakan suatu kesatuan yang meliputi infiltrasi tanah dan bermanfaat sebagai permudahan dalam pengolahan tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi dapat menaikkan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju air larian (Rohmat, 2009).

Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk meneruskan air atau udara. Permeabilitas tanah biasanya diukur dengan istilah kecepatan air yang mengalir dalam waktu tertentu yang ditetapkan dalam satuan cm/detik (Hakim,dkk, 1986).

Selain itu permeabilitas juga merupakan pengukuran hantaran hidrolik tanah. Hantaran hidrolik tanah timbul adanya pori kapiler yang saling bersambungan dengan satu dengan yang lain. Secara kuantitatif hantaran hidrolik jenuh dapat diartikan sebagai kecepatan bergeraknya suatu cairan pada media berpori dalam keadaan jenuh. Dalam hal ini sebagai cairan adalah air dan sebagai media pori adalah tanah. Penetapan hantaran hidrolik didasarkan pada hukum Darcy. Dalam hukum ini tanah dianggap sebagai kelompok tabung kapiler halus dan lurus dengan jari – jari yang seragam. Sehingga gerakan air dalam tabung tersebut dianggap mempunyai kecepatan yang sama (Rohmat, 2009). Permeabilitas sangat mempengaruhi irigasi, permeabilitas merupakan kemampuan tanah untuk menahan air, jika kemampuan tanah dalam menahan air lemah maka akan mempengaruhi air yang ada dalam saluran irigasi, dengan demikian tanah pada saluran irigasi yang mempunyai

permeabilitas lemah akan menyebabkan tinggi air yang akan hilang (merembes) (Sunardi, 2006).

Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya (Despa, 2018). Berarti suatu lapisan tanah berbutir kasar yang mengandung butiran-butiran halus memiliki harga k yang lebih rendah dan pada tanah ini koefisien permeabilitas merupakan fungsi angka pori. Kalau tanahnya berlapis-lapis permeabilitas untuk aliran sejajar lebih besar dari pada permeabilitas untuk aliran tegak lurus. Lapisan permeabilitas lempung yang bercelah lebih besar dari pada lempung yang tidak bercelah (unfissured) (Seta, 1994).

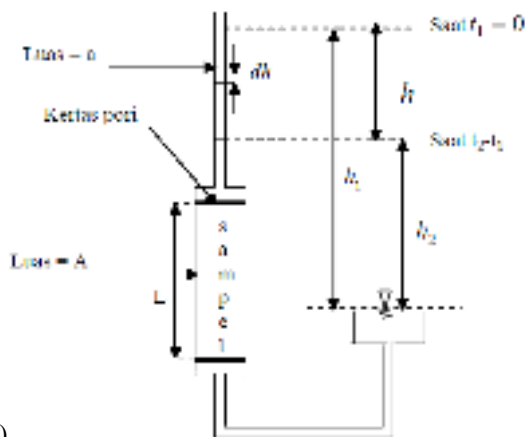
Penentuan besarnya nilai permeabilitas tanah dapat dihitung melalui uji laboratorium dan uji lapangan seperti pada (Gambar 2.1) dengan menggunakan permeameter permukaan konstan dan berubah. Ada beberapa metode yang digunakan dalam menentukan permeabilitas baik dengan metode lapangan (insitu) ataupun uji laboratorium. Pada uji laboratorium (Nama, 2018) ada dua metode yang biasa digunakan yaitu metode Falling Head dan Constant Head dimana pemakaiannya disesuaikan dengan tipe sampel yang akan digunakan. Metode Constant Head digunakan pada batuan dengan permeabilitas tinggi, sedangkan metode Falling Head digunakan pada batuan dengan permeabilitas rendah. Pada metode Constant IV- 3 Head, ketinggian permukaan air dibuat konstan sedangkan pada metode Falling Head, ketinggian permukaan

Persamaan yang digunakan untuk metode Falling Head

$$K = 2,303 \frac{aL}{At} \log_{10} \frac{h_1}{h_2}$$

dimana:

- A = Luas penampang melintang sampel tanah (cm²)
- a = Luas penampang melintang buret (cm²)
- L = Panjang sampel tanah yang dilalui air (cm)
- h₁ = Posisi ketinggian air pada saat t = 0 (cm)
- h₂ = Posisi ketinggian air pada saat t = t₂ (cm)
- t = Waktu berlangsungnya pembacaan antara h₁ dan h₂



(s)

Gambar 4. Skema alat permeabilitas Falling Head

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Atterberg limit

SAMPLE ID	Atterberg limits		
	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index
	LL	PL	PI
B4-B (Natural)	74.26	38.28	37.98
B4-B (80% tanah + 20% pasir)	52.75	29.09	23.66
B4-B (70% tanah + 30% pasir)	40.50	25.10	15.40
B4-B (60% tanah + 40% pasir)	Non plastic		

Dari pengujian di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

- 1) 80 % tanah + 20 % Pasir :
LL = 52,75%, PL = 29,09 %, PI = 23,66 %
- 2) 70 % tanah + 30 % Pasir :
LL = 40,50 %, PL = 25,10 %, PI = 15,40 %
- 3) 60% tanah + 40 % Pasir :
Non plastic (1)

3.2 Tes Permeabilitas

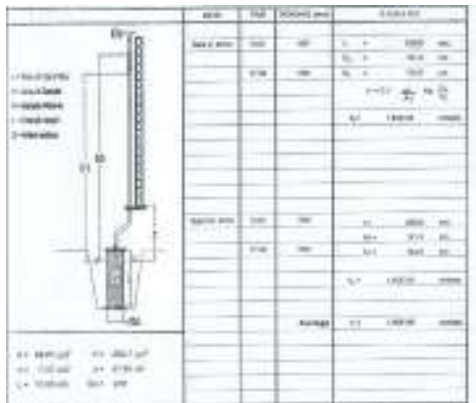
1. 80 % tanah + 20 % Pasir :

Dari hasil tersebut untuk permeabilitas tanah borrow B + 20 % pasir sebesar $8,6 \times 10^{-7}$ cm/dt .

2. 70 % tanah + 30 % Pasir :

Dari hasil tersebut untuk permeabilitas tanah borrow B + 30 % pasir sebesar $9,13 \times 10^{-7}$ cm/dt

3. 60% tanah + 40 % Pasir :



Dari hasil tersebut untuk permeabilitas tanah borrow B + 30 % pasir sebesar $1,59 \times 10^{-6}$ cm/dt.

4. Kesimpulan

a. Dari pengujian atterberg limit didapatkan hasil sebagai berikut :

- 1) 80 % tanah + 20 % Pasir :
LL = 52,75%, PL = 29,09 %, PI = 23,66 %
- 2) 70 % tanah + 30 % Pasir :
LL = 40,50 %, PL = 25,10 %, PI = 15,40 %
- 3) 60% tanah + 40 % Pasir :
Non plastic

b. Dari pengujian permeabilitas didapatkan hasil sebagai berikut :

- 1) 80 % tanah + 20 % Pasir :
 $k = 8,6 \times 10^{-7}$ cm/dt.
- 2) 70 % tanah + 30 % Pasir :
 $k = 9,13 \times 10^{-7}$ cm/dt.
- 3) 60% tanah + 40 % Pasir :
 $k = 1,59 \times 10^{-6}$ cm/dt.

c. Dari pengujian atterberg limit dan permeabilitas disarankan untuk penambahan pasir adalah sebesar 20 % dengan hasil PI sebesar 23,66 % dengan $k = 8,6 \times 10^{-7}$ cm/dt.

Ucapan terima kasih

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, ridho, dan karunia-Nya sehingga penulisan makalah ini dapat diselesaikan. Laporan makalah ini dapat diselesaikan dengan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari semua pihak, mulai dari proses penelitian pada saat penulisan Laporan. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Proyek Bendungan Marga Tiga selaku tempat dimana saya bekerja sehingga dapat melakukan penelitian sampai penulisan makalah ini
2. Istri dan anak saya yang selalu mendukung dalam proses penelitian hingga penulisan makalah ini

Daftar pustaka

Despa, D., Nama, G. F., Muhammad, M. A., & Anwar, K. (2018, April). The implementation Internet of Things (IoT) technology in real time monitoring of electrical quantities. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 335, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.

Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.H. Diha, G.B.Hong, dan H.H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung.

Nama, G. F., & Muludi, K. (2018). Implementation of two-factor authentication (2FA) to enhance the security of academic information system. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(8), 2209-2220.

Proyek Bendungan Margatiga, 2019, "Laporan Tes Material Timbunan Inti", Lampung

Rohmat, D. (2009, July). Tipikal Kuantitas Infiltrasi Menurut Karakteristik Lahan (Kajian Empirik di DAS Cimanuk Bagian Hulu). In *Forum Geografi* (Vol. 23, No. 1, pp. 41-56).

Sunardi. (2006). Unsur Kimia. Jakarta: Yrama Widya