

PENGARUH SISTEM BIOPORI UNTUK MENANGANI GENANGAN PADA TANAH LANAU

The Effect Of The Biopore System To Handle The Tranquility On The Land Of The Lanau

Novianto¹, Alfian Adie Chandra², Bahtiar³

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih
Jl. Kamp Wolker Kampus Baru, Waena, Jayapura, Papua, Tlp. (0967) 574124
noopitoraja@gmail.com

Abstrak Permasalahan genangan bukanlah persoalan yang sederhana, beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, antara lain, penambahan debit banjir akibat perubahan tata guna lahan, penyempitan dan pendangkalan saluran akibat desakan permukiman dan sedimen, permasalahan tingginya muka air tanah dan permasalahan sampah. Untuk itu, Solusi untuk penanganan genangan pada tanah dengan kondisi lanau adalah dengan menerapkan sistem konservasi air, yang mana salah satunya dengan membuat lubang resapan biopori.

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil lokasi dengan keadaan tanah tanah lanau. data-data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis. Data primer yang di dapat adalah berupa laju infiltrasi air ke dalam tanah dan nilai laju infiltrasi sebelum dan sesudah adanya lubang resapan biopori.

Berdasarkan penelitian diperoleh kondisi tanah secara umum yaitu lempung berpasir kasar, nilai kepadatan basah (γ_b) = 3.32 gr/cm³ dan nilai kepadatan kering (γ_d) = 2.61 gr/cm³, kadar air sebesar 22,03 %, kadar air optimum sebesar 28,57 % dan berat isi kering sebesar 1,270 gr/cm³, koefisien permeabilitas (k) sebesar 0,004748 cm/detik.

Kata kunci: Lubang resapan biopori, infiltrasi, kepadatan, permeabilitas

Abstract Inundation is not a simple matter, many factors must be considered. As for several factors in this problem, such as, the increase of flood discharge due to changes in land use, narrowing and silting of channels due to settlement pressure, sediments, high water level pr and garbage. However, solution for handling the silt soil condition is by applying water conservation system, which is hole biopori absorption.

In this study, researchers took the silk soil in field. The data that has been collected then processed by analyzing the data. Moreover, the Primary data that is infiltration rate of water into soil and infiltration rate value before and after existence of hole biopori absorption.

Based on the research, the general soil conditions are coarse sandy clay, wet density (γ_b) = 3.32 gr / cm³ and dry density (γ_d) = 2.61 gr / cm³, moisture content of 22.03%, optimum water content 28.57% and the dry content weight of 1.270 gr / cm³, the permeability coefficient (k) of 0.004748 cm / sec.

Keywords: Biopore absorption hole, infiltration, density, permeability

PENDAHULUAN

I. Latar Belakang

Pada musim penghujan sering kali terjadi permasalahan banjir di Kabupaten Jayapura. Lokasi yang rawan genangan adalah di daerah dengan keadaan tanah lanau. Di lokasi ini, setelah terjadinya hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi, akan menyebabkan genangan yang sangat luas dan tinggi genangan kadang mencapai tinggi maksimum 20cm. Saat terjadi genangan, air membutuhkan durasi waktu yang cukup lama, mencapai 2 jam untuk merembes habis ke dalam tanah. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan banjir terutama untuk daerah

pemukiman padat atau yang mempunyai lahan resapan air hujan yang minim dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi biopori. Teknologi biopori ini akan dapat mengurangi limpasan air hujan dengan meresapkan lebih banyak volume air hujan ke dalam tanah sehingga dapat meminimalkan terjadinya genangan.

Sistem biopori merupakan salah satu rekayasa teknik konservasi air, berupa lubang-lubang yang di buat pada permukaan bumi yang berperan sebagai pintu masuk air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Teknologi biopori ini akan dapat mengurangi limpasan air hujan dengan meresapkan lebih banyak volume air hujan ke dalam tanah sehingga dapat meminimalkan

terjadinya genangan. Sistem diisi dengan sampah-sampah organik untuk memancing mikroorganisme dalam tanah, pergerakan-pergerakan mikroorganisme dalam tanah membuat alur-alur pori dalam tanah guna mempercepat penyerapan air oleh tanah yang selanjutnya disimpan pada daerah cekungan air dalam tanah.

II. Landasan Teori

1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer dengan matahari sebagai wali utama dalam proses tersebut. Komponen utama dari siklus hidrologi adalah kondensasi, presipitasi, infiltrasi, limpasan permukaan (*run off*), evaporasi dan transpirasi.

Untuk menjaga siklus hidrologi agar komponen utamanya dapat bekerja sebagaimana mestinya, maka perlu dipertahankan kesetimbangan melalui proses pengisian air hujan dengan meresapkannya ke dalam pori-pori/rongga tanah, batuan atau yang disebut dengan upaya konservasi air. Prinsip dasar konservasi air adalah mencegah atau meminimalkan air yang hilang sebagai aliran permukaan dan menyimpannya semaksimal mungkin ke dalam tubuh bumi. Atas dasar prinsip ini maka curah hujan yang berlebihan pada musim hujan tidak dibiarkan mengalir ke laut tetapi ditampung dalam suatu wadah yang memungkinkan air kembali meresap ke dalam tanah (*groundwater recharge*) melalui pemanfaatan air hujan dengan cara membuat lubang resapan biopori.

2. Konsep Umum Infiltrasi

Infiltrasi dimaksudkan sebagai proses masuknya air ke bawah permukaan tanah. Ini merupakan bagian yang sangat penting dalam daur hidrologi maupun dalam proses pengalih ragaman hujan menjadi aliran sungai. Pada saat air hujan jatuh ke permukaan tanah, sebagian air tersebut tertahan di cekungan-cekungan, sebagian air mengalir sebagai aliran permukaan (*surface run off*) dan sebagian lainnya meresap ke dalam tanah. Saat hujan mencapai permukaan lahan maka akan terdapat bagian hujan yang mengisi ruang kosong (*void*) dalam tanah yang terisi udara sampai mencapai kapasitas lapang (*field capacity*) dan berikutnya bergerak ke bawah secara gravitasi akibat berat sendiri dan bergerak terus ke bawah (*perlocation*) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah.

Pengertian Infiltrasi

Pengertian infiltrasi (*infiltration*) sering dicampuradukkan untuk kepentingan praktis dengan pengertian perkolasi (*percolation*). Infiltrasi adalah proses aliran air (umumnya berasal dari curah hujan) masuk ke dalam tanah. Perkolasi merupakan proses kelanjutan aliran air yang berasal dari infiltrasi ke tanah

yang lebih dalam dan merupakan proses aliran air dalam tanah secara vertical akibat gaya berat. Mengingat keduanya saling berpengaruh, akan tetapi hendaknya secara teoritis, pengertian keduanya dibedakan

Proses Infiltrasi

Salah satu proses yang berkaitan dengan distribusi air hujan yang jatuh ke permukaan bumi adalah infiltrasi. Infiltrasi merupakan proses masuk atau meresapnya air dari atas permukaan tanah ke dalam bumi. Jika air hujan meresap ke dalam tanah maka kadar lengas tanah meningkat hingga mencapai kapasitas lapang.

Proses infiltrasi sangat ditentukan oleh waktu. Jumlah air yang masuk kedalam tanah dalam suatu periode waktu disebut laju infiltrasi. Laju infiltrasi pada suatu tempat akan semakin kecil seiring kejenuhan tanah oleh air. Pada saat tertentu laju infiltrasi menjadi tetap. Nilai laju inilah yang kemudian disebut laju perkolasi.

Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi

Perpindahan air dari atas ke dalam permukaan tanah baik secara vertical maupun secara horizontal disebut infiltrasi. Banyaknya air yang terinfiltrasi dalam satuan waktu disebut laju infiltrasi. Besarnya laju infiltrasi (f) dinyatakan dalam mm/hari. Laju infiltrasi akan sama dengan intensitas hujan (I), bila laju infiltrasi tersebut lebih kecil dari daya infiltrasinya. Jadi $f \leq I$ dan $f \leq I$ (Soemarto, 1999).

Beberapa faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi laju infiltrasi adalah sebagai berikut:

1. Tinggi genangan air di atas permukaan tanah dan tebal lapisan tanah yang jenuh
2. Kadar air atau lengas tanah
3. Pemadatan tanah oleh curah hujan
4. Penyumbatan pori tanah mikro oleh partikel tanah halus seperti bahan endapan dari partikel liat

Pengaruh Tekstur Tanah Terhadap Laju Infiltrasi

Jumlah dan ukuran pori yang menentukan adalah jumlah pori-pori yang berukuran besar. Makin banyak pori-pori besar maka kapasitas infiltrasi makin besar pula. Atas dasar ukuran pori tersebut, tanah liat kaya akan pori halus dan miskin akan pori besar. Sebaliknya fraksi pasir banyak mengandung pori besar dan sedikit pori halus. Dengan demikian kapasitas infiltrasi pada tanah-tanah pasir jauh lebih besar daripada tanah liat.

Arti Pentingnya Infiltrasi

Infiltrasi mempunyai arti penting terhadap beberapa hal berikut :

a. Proses limpasan (*run off*)

Daya infiltrasi menentukan banyaknya air hujan yang dapat diserap kedalam tanah. Makin besar daya infiltrasi, perbedaan antara intensitas hujan dengan daya infiltrasi menjadi makin kecil. Akibatnya limpasan permukaannya makin kecil, sehingga debit puncaknya juga akan lebih kecil.

b. Pengisian lengas tanah (*soil moisture*) dan air tanah

Pengisian lengas tanah dan air tanah penting untuk tujuan pertanian. Akar tanaman menembus zona tidak jenuh dan menyerap air yang diperlukan untuk evapotranspirasi dari zona tidak jenuh. Pengisian kembali lengas tanah sama dengan selisih antara infiltrasi dan perkolasi (jika ada). Pada permukaan air tanah yang dangkal dalam lapisan tanah yang berbutir tidak begitu besar, pengisian kembali lengas tanah ini dapat pula diperoleh dari kenaikan kapiler air tanah.

3. Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan biopori adalah lubang silindris yang dibuat secara vertical ke dalam tanah dengan diameter 10 cm dan kedalaman 100 cm atau kurang jika air tanah dangkal. Selanjutnya agar organisme tanah bisa bekerja membentuk biopori, lubang yang sudah dibuat tersebut diisi dengan sampah organik sebagai makanan organisme tanah. Pengisian sampah tersebut diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu padat agar tersedia cukup oksigen untuk mendukung organisme tanah pembentuk biopori. Dinamakan biopori karena memanfaatkan aktivitas fauna tanah atau akar tanaman (*bio*) yang membentuk lubang-lubang terowongan kecil (*por*e) di dalam tanah.

Manfaat Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan biopori dapat

dikatakan sebagai suatu rekayasa teknik konservasi air, berupa lubang yang dibuat dengan kedalaman tertentu dan diisi dengan bahan-bahan organik. Fungsi utama dari lubang resapan biopori ini adalah pintu masuk air hujan yang turun ke bumi dan meresapkannya ke dalam tanah dengan mengisi pori-pori yang ada di dalam lubang. Sementara itu, manfaat yang dapat diperoleh dari pembuatan lubang resapan biopori diantaranya adalah (Sibarani dan Bambang, 2009):

1. Memelihara cadangan air tanah
2. Mencegah terjadi keamblesan (*subsidence*) dan keretakan tanah.
3. Menghambat intrusi air laut.
4. Mengubah sampah organik menjadi kompos.

Cara Kerja Lubang Resapan Biopori

Pada lubang resapan biopori, mikroba yang berada di sekitar lubang penampang biopori akan tertarik dengan aroma sampah yang ada di dalam lubang penampang. Aktivitas mikroba tersebut mengakibatkan terbentuknya lubang-lubang halus di sekitar lubang penampang. Lubang-lubang halus inilah yang disebut Biopori. Ketika hujan, air akan memenuhi lubang

penampang. Kemudian air akan menyebar ke segala arah melalui lubang-lubang kecil. Dengan demikian air yang terserap lebih banyak, dan resiko terjadinya banjir pun dapat diperkecil. Ketersediaan air tanah juga tercukupi.

Tujuan utama dari lubang resapan biopori adalah memperbesar masuknya air kedalam akuifer tanah sebagai air resapan (*infiltrasi*).

Konstruksi Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan biopori dibuat pada permukaan tanah dengan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan oleh peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2009. Tahapan-tahapan pembuatan lubang resapan biopori diantaranya:

- a. membuat lubang silindris ke dalam tanah dengan diameter 10 cm, kedalaman 100 cm atau tidak melampaui kedalaman air tanah. Jarak pembuatan lubang resapan biopori antara 50 – 100 cm;
- b. memperkuat mulut atau pangkal lubang dengan menggunakan:
 1. paralon dengan diameter 10 cm, panjang minimal 10 cm; atau
 2. adukan semen selebar 2 – 3 cm, setebal 2 cm di sekeliling mulut lubang.
- c. mengisi lubang LRB dengan sampah organik yang berasal dari dedaunan, pangkasan rumput dari halaman atau sampah dapur; dan
- d. menutup lubang resapan biopori dengan kawat saringan.

Penelitian Lapangan

Penelitian di lapangan dilakukan sebelum pengumpulan data. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar masalah yang terjadi dan data yang diperlukan untuk pengujian selanjutnya di dalam laboratorium agar diperoleh kesimpulan serta penelitian yang benar. Pada penelitian ini akan dilakukan dengan dua cara yaitu *Hand bor* dan *Sand cone*.

METODOLOG PENELITIAN

Adapun tahapan penelitian pada studi ini meliputi pengumpulan data yang terdiri dari studi literatur dan studi lapangan (data pengamatan sendiri dan data laporan), pengolahan data (data literatur, data sampel tanah dan data lokasi penelitian), penyajian data (hasil analisis data dan pembahasan) dan kesimpulan.

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi:

a. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendukung jalannya penelitian mulai dari awal hingga penyusunan laporan. Selain itu studi literature dilaksanakan guna mendapatkan dasar teori yang kuat berkaitan dengan penelitian ini sehingga dapat menjadi acuan dalam melaksanakan analisis dan pembahasan. Studi literatur meliputi pengumpulan

data dan informasi dari buku dan jurnal-jurnal yang mempunyai relevan dengan bahasan dalam tugas akhir ini, serta masukan dari dosen pembimbing.

b. Studi Lapangan

Data pengamatan sendiri adalah data yang diperoleh dengan pengamatan dan pengukuran oleh penulis di lokasi penelitian guna mengetahui kondisi lapangan. Di sini penelitian dilaksanakan di laboratorium dan di lapangan guna

2. Penyajian Data

Dari hasil pengolahan data akan diperoleh dan disajikan beberapa hasil-hasil berupa:

- Deskripsi tanah
- Nilai kepadatan tanah
- Jenis tanah
- Koefisien permeabilitas
- Nilai laju infiltrasi tanah

3. Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan dapat dilakukan setelah hasil pengolahan data diperoleh, ditambah dengan uraian dan informasi yang diperoleh di lapangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Lapangan

Penelitian di lapangan dilakukan sebelum pengumpulan data. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar masalah yang terjadi dan data yang diperlukan untuk pengujian selanjutnya di dalam laboratorium agar diperoleh kesimpulan serta penelitian yang benar.

Bor Tangan (Hand Bor)

Berikut ini adalah Deskripsi Tanah hasil pengeboran:

Tabel 1. Hasil Tanah pengeboran

	Jenis Tanah	Warna	Plastisitas
± 0.00	Lempung, batu, berpasir kasar	Hitam kecocoklatan	Sedang
- 0.20	Lempung, batu, berpasir kasar	Hitam kecocoklatan	Sedang
- 0.40	Lempung, berpasir halus	Coklat keabu-abuan	Sedang
- 0.60	Lempung, berpasir halus	Coklat keabu-abuan	Sedang
Muka air tanah			
- 0.80	Lempung, berpasir kasar	Coklat keabu-abuan	Sedang
- 1.00	Lempung, berpasir kasar	Coklat keabu-abuan	Sedang
- 1.20	Lempung, berpasir kasar	Coklat keabu-abuan	Sedang
- 1.40	Lempung, berpasir kasar	Coklat keabu-abuan	Sedang
- 1.60	Lempung, berpasir kasar	Coklat keabu-abuan	Sedang
- 1.80	Lempung, berpasir kasar	Coklat keabu-abuan	Sedang
- 2.00	Lempung, berpasir kasar	Coklat keabu-abuan	Sedang

Berdasarkan penilaian visual, secara umum jenis tanah yang diamati adalah lempung berpasir kasar.

Kerucut Pasir (Sand cone)

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Sand Cone

No. Cawan		1	2
Massa Tanah Basah + Cawan	gr	81	83
Massa Tanah Kering + Cawan	gr	73	60
Massa Air	gr	8	23
Massa Cawan	gr	14	15
Massa Tanah Kering	gr	59	45
Kadar Air (w)	%	13.56	51.11
Kadar Air Rata-rata (Wrata-rata)	%	27.34	
Kepadatan basah γ_b	gr/cm ³	3.32	
Kepadatan kering γ_d	gr/cm ³	2.61	

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa nilai kepadatan basah (γ_b) = 3.32 gr/cm³ dan nilai kepadatan kering (γ_d) = 2.61 gr/cm³.

Penelitian di Laboratorium

Tahapan pengujian di laboratorium dilakukan saat penelitian lapangan telah selesai. Pengujian ini bertujuan untuk mengumpulkan data, melakukan analisa, melakukan test serta memberikan interpretasi terhadap sejumlah data, sehingga kita bisa meramalkan kondisi yang terjadi dilapangan.

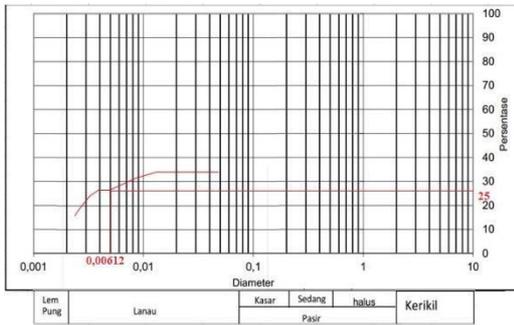
Kadar Air

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Kadar Air

Sampel	Kadar Air (%)
Sampel 1	39.16
Sampel 2	39.70
Sampel 3	47.51
Sampel 4	24.51
Sampel 5	28.61
Sampel 6	24.30
Sampel 7	40.09
Sampel 8	37.93
Sampel 9	48.97
Sampel 10	26.33
Sampel 11	27.36
Sampel 12	22.03

Dari hasil pengujian diambil nilai persentase kadar air terendah yaitu sampel 12 = 22.03 %.

Analisis Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)



Gambar 1. Grafik Analisis Hidrometer

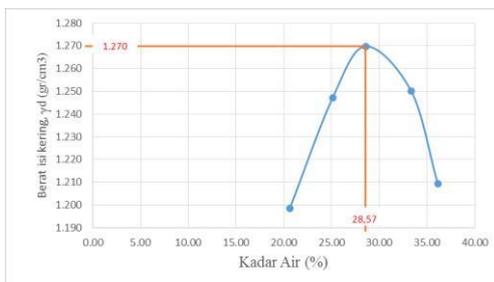
Berdasarkan grafik di atas, diperoleh nilai 0.00612 termasuk ke dalam jenis tanah lanau.

Uji Kepadatan Standar (*Standard Proctor Test*)

Tabel 4. Hasil Pengujian Kepadatan

Nomor Mould	I
Berat Tanah + Cetakan	6206
Berat Cetakan (Mould)	4380
Berat Tanah Basah	1826
Volume Cetakan	930.81
Berat Isi Basah γ_b	1.962
Berat Isi Kering	1.634
$\gamma_d = \frac{\gamma_b \times 100}{100 + w}$	

Dari hasil pengujian didapatkan hasil berat isi basah (γ_b) = 1.962 gr/cm³ dan berat isi kering (γ_d) = 1.634 gr/cm³.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar air dan Berat Kering

Dengan menggunakan program MS. Excel, dan memplot nilai berat isi kering dan kadar air. Didapat bahwa kadar air optimum sebesar 28,57 % dan berat isi kering sebesar 1,270 gr/cm³.

Uji Permeabilitas Tanah di Laboratorium

Tabel 5. Hasil Uji Permeabilitas

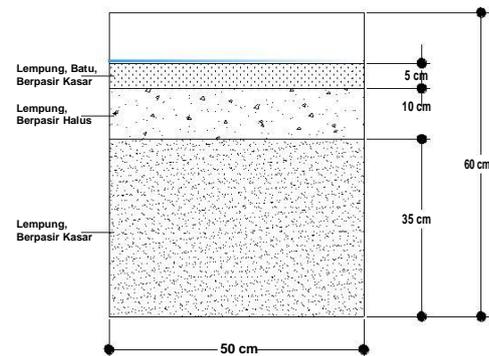
Jenis Tanah	K	
	(cm/detik)	(ft/detik)
Kerikil bersih	1,0-100	2,0-200
Pasir kasar	1,0-0,01	2,0-0,02
Pasir halus	0,01-0,001	0,02-0,002
Lanau	0,001-0,00001	0,002-0,0002
Lempung	Kurang dari 0,000001	Kurang dari 0,000002

Berdasarkan harga-harga koefisien permeabilitas pada tabel, diperoleh koefisien permeabilitas (k) sebesar 0,004748 cm/detik. Sehingga jenis tanah yang diambil sampai kedalaman 2 meter di lokasi penelitian termasuk jenis tanah lanau.

Percobaan Biopori dengan Skala Laboratorium

Pada percobaan ini dilakukan dengan skala yang lebih kecil dari kondisi asli lapangan seperti kedalaman lubang.

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan box pemodelan diperoleh data sebagai berikut:



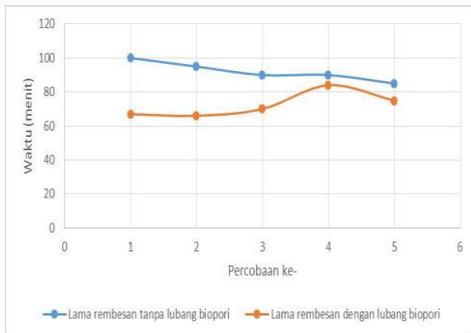
Gambar 3. Tampak samping box

4.3. Penerapan Biopori di Lapangan

Tabel 7. Tabel Rekapitulasi Biopori

	Lama rembesan tanpa lubang biopori (menit)	Lama rembesan dengan lubang biopori (menit)
t1	100	67
t2	95	66
t3	90	70
t4	90	84
t5	85	75

Perbandingan waktu resapan sebelum dan sesudah penerapan biopori dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. Perbandingan Waktu Resapan

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa, resapan sebelum penerapan biopori membutuhkan waktu terlama yaitu 100 menit untuk meresapkan air dengan ketinggian genangan 20 cm, selanjutnya setelah penerapan biopori menunjukkan waktu terlama yaitu 80 menit

untuk meresapkan genangan setinggi 20 cm (diambil waktu resapan tertinggi).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian untuk mengetahui jenis tanah :
 - a. *Hydrometer*, hasil menunjukkan nilai 0.00612 termasuk ke dalam jenis tanah lanau.
 - b. Pengujian konsolidasi yang dilakukan di UPTD Laboratorium PU Kotaraja, diperoleh koefisien permeabilitas (k) sebesar 0,004748 cm/detik. Sehingga jenis tanah pada kedalaman 2 meter di lokasi penelitian termasuk jenis tanah lanau.
2. Berdasarkan pengujian untuk mendapatkan nilai kepadatan tanah, diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a. Dari hasil pengujian *Sand cone* didapatkan bahwa nilai kepadatan basah (γ_b) = 3.32 gr/cm³ dan nilai kepadatan kering (γ_d) = 2.61 gr/cm³.
 - b. Pengujian kepadatan standar (*Standart Proktor*) menunjukkan bahwa kadar air optimum sebesar 28,57 % dan berat isi kering sebesar 1,270 gr/cm³.
3. Tingkat kadar air sampel tanah lokasi penelitian sebesar 22.03 %
4. Setelah dilakukan perhitungan laju infiltrasi di lokasi penelitian, dapat disimpulkan bahwa lubang resapan biopori cukup efektif mempercepat infiltrasi, yaitu hasil laju infiltrasi setelah penerapan lubang resapan biopori \geq sebelum penerapan lubang resapan biopori.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Muazzi. (2014) “Penggunaan Aplikasi Sistem Peresapan Biopori Terhadap Aliran Drainase untuk Mengatasi Banjir di Kecamatan Banda Sakti Kabupaten Aceh Utara”. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan

[2] Pomalingo, Nelson. (2012). “Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah untuk Penentuan Tapak Resapan Air pada Areal Kampus 1 Universitas Negeri Gorontalo”. Skripsi. Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.

[3] Sembiring, Natanael. (2016). “Studi perbandingan uji pemadatan standar dan uji Pemadatan modified terhadap nilai koefisien permeabilitas tanah lempung berpasir”. Skripsi. Universitas Lampung, Bandar Lampung