

ANALISIS PENGARUH BENTUK BUTIRAN PASIR PADA PENGUJIAN PERMEABILITAS CAMPURAN TANAH BSD METODE *CONSTANT HEAD*

Alfan Tamimi^{1*}, Daniel Christianto¹, dan Amelia Yuwono¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
*alfan.325210068@stu.untar.ac.id

Masuk: 02-07-2025, revisi: 11-07-2025, diterima untuk diterbitkan: 27-10-2025

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the effect of sand and soil mixture ratio on permeability test results using the Constant Head Method. The sand samples used are cibeet sand, mud river sand, arrowroot sand, red poor sand, black poor sand, chili sand and soil taken from the Bumi Serpong Damai (BSD) area, South Tangerang. Sand samples were obtained through purchases at online stores, while soil samples were taken directly from locations in BSD. This research involved a number of tests, including index properties, atterberg limit, grain size analysis, compaction, and permeability. The main focus of the research was to observe the soil to sand mix ratio of 60%, 75%, and 90%. The research showed that the grain size, gradation, density, and moisture content of sand significantly affected the permeability test results. The results of the Index Properties research of the soil got a specific gravity value of 2.64 sand samples got a specific gravity value of <2.85. Permeability with a mixture of 60% red malang sand produces the highest k value with an average of 1.139E-04 cm/s, in a mixture of 90% arrowroot sand has the lowest k value with an average k of 3.320E-08 cm/s.

Keywords: Permeability; constant head; sand; BSD soil

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh perbandingan campuran pasir dan tanah terhadap hasil uji permeabilitas dengan menggunakan *metode constant head*. Sampel pasir yang digunakan adalah pasir cibeet, pasir sungai lumpur, pasir garut, pasir malang merah, pasir malang hitam, pasir lombok serta tanah yang diambil dari kawasan Bumi Serpong Damai (BSD), Tangerang Selatan. Sampel pasir diperoleh melalui pembelian di toko online, sedangkan sampel tanah diambil langsung dari lokasi di BSD. Penelitian ini melibatkan sejumlah pengujian, antara lain *index properties*, *atterberg limit*, *grain size analysis*, kompaksi, dan permeabilitas. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengamati perbandingan campuran tanah dengan pasir 60%, 75%, dan 90%. Penelitian menunjukkan bahwa ukuran butiran, gradasi, kepadatan, dan kadar air pasir secara signifikan memengaruhi hasil pengujian permeabilitas. Hasil penelitian *index properties* tanah mendapatkan nilai *specific gravity* 2,64 sampel pasir mendapat nilai *specific gravity* <2,85. Permeabilitas dengan campuran 60% pasir malang merah menghasilkan nilai k tertinggi dengan rata-rata 1,139E-04 m/s, pada campuran 90% pasir garut memiliki nilai k paling rendah dengan rata-rata k 3,320E-08 m/s.

Kata kunci: *Permeabilitas; constant head; pasir; tanah BSD*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perkotaan meningkatkan risiko banjir akibat semakin luasnya permukaan kedap air yang menghambat infiltrasi air hujan. Air yang tidak terserap akan mengalir di permukaan dan menimbulkan genangan. Dalam pembangunan jalan dan sistem drainase, kondisi tanah dasar sangat berperan, terutama sifat permeabilitasnya. Tanah harus mampu mendukung beban konstruksi serta mengelola air secara efektif. Permeabilitas yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menimbulkan masalah struktural dan hidrologis, sehingga pemahaman karakteristik tanah menjadi hal krusial dalam perencanaan infrastruktur.

Permeabilitas tanah merupakan parameter penting dalam teknik sipil karena memengaruhi aliran air dalam tanah (Hardiyatmo, 2002). Dalam bangunan penahan air seperti bendungan, rembesan perlu dikendalikan melalui pemilihan material dengan koefisien permeabilitas yang sesuai. Studi tentang karakteristik tanah, khususnya pasir lokal, masih terbatas, terutama dalam pengujian komparatif yang mencakup sifat fisik, mekanik, dan hidrolik. Hal ini membuka peluang untuk penelitian yang memberikan data teknis lebih lengkap terhadap berbagai jenis pasir, diantaranya termasuk pasir cibeet, pasir garut, pasir Sungai lumpur, pasir Lombok, pasir malang merah, pasir malang hitam dan tanah BSD. Melalui serangkaian pengujian seperti *index properties*, *atterberg limit*, *grain size analysis*, *compaction*

dan *permeability*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung pemilihan material yang tepat dalam upaya pembangunan infrastruktur yang tahan terhadap banjir dan perubahan kondisi tanah.

Soil

Menurut Bowles (1979), tanah adalah material yang tersusun dari partikel-partikel mineral padat yang dipisahkan oleh ruang kosong atau pori-pori, yang dapat terisi oleh air atau udara. Tanah terbentuk melalui proses pelapukan batuan dan bahan organik, serta dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti iklim, topografi, organisme, dan waktu. Bowles menyoroti bahwa tanah memiliki sifat fisik, kimia, dan mekanik yang beragam, yang memengaruhi perilaku dan fungsinya dalam bidang teknik sipil, pertanian, dan ilmu lingkungan. Sistem klasifikasi tanah adalah cara untuk mengelompokkan berbagai jenis tanah yang memiliki sifat serupa, berdasarkan fungsinya.

Tanah lempung (*clay*) dalam klasifikasi tanah *unified soil classification system* (USCS) dikategorikan sebagai tanah yang berbutir halus (*fine grained soil*) memiliki plastisitas tinggi. Memiliki partikel yang sangat halus berukuran kurang dari 0,002 mm. Tanah *granular*, seperti kerikil, pasir, atau kombinasi pasir dan lanau, paling sesuai diuji permeabilitasnya menggunakan metode *Constant Head* (Alnasir et al., 2020).

Komposisi tanah, yang dicirikan oleh bentuk, ukuran, dan distribusi partikel, dikenal sebagai tekstur tanah. Tekstur kasar umumnya dikaitkan dengan agregat yang lebih besar seperti pasir dan kerikil. Sebaliknya, lanau dan lempung menunjukkan tekstur halus karena partikel pembentuknya berukuran sangat kecil (Gouw, 2022).

Stabilisasi tanah lempung dengan penambahan pasir laut dan *fly ash* berhasil memperbaiki sifat pemadatannya, ditandai dengan peningkatan Kepadatan Kering Maksimum dan penurunan Kadar Air Optimum yang dicapai. Nilai kepadatan kering tanah lempung meningkat secara signifikan sebagai hasil dari penambahan pasir (Kusumah, H. 2019).

Sand

Pasir dibagi menjadi dua jenis yaitu, pasir alam yang terbentuk secara alami dari lingkungan seperti gunung, sungai, Pantai, bekas rawa atau galian. Kedua pasir fabrikasi yaitu pasir yang diperoleh melalui penghancuran batuan yang diproses dan disaring agar memiliki ukuran butir agregat halus sesuai standar tertentu.

Menurut *unified soil classification system* (USCS), pasir termasuk dalam kategori tanah berbutir kasar (*coarse-grained soil*), yang memiliki ukuran partikel antara 0,075 mm (saringan No. 200) hingga 4,75 mm (saringan No. 4). Berdasarkan ukurannya, pasir dibagi menjadi dua jenis, yaitu pasir kasar (*coarse sand*) dengan ukuran butir antara 2 mm hingga 4,75 mm, dan pasir halus (*fine sand*) dengan ukuran antara 0,075 mm hingga 0,425 mm. Tanah berbutir kasar umumnya terdiri dari pasir dan kerikil, dengan ciri utama lebih dari 50% partikel berukuran lebih besar dari 0,075 mm. Kerikil memiliki ukuran butir yang lebih besar daripada pasir. Karena ukurannya yang besar, kedua jenis tanah ini dicirikan oleh permeabilitas tinggi (*high permeability*), air dapat merembes melaluinya dengan sangat mudah dan cepat (Bowles, 1984).

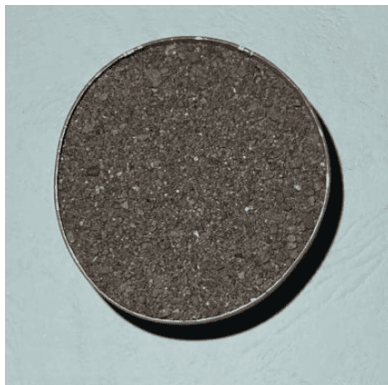
Klasifikasi Bentuk Butiran Pasir:

- Pasir Cibeet, bentuk pasir *angular-subangular* (Gambar 1).
- Pasir Sungai Lumpur, dengan bentuk pasir *subrounded-rounded* (Gambar 2).
- Pasir Garut, dengan bentuk *subangular-subrounded* (Gambar 3).
- Pasir Lombok, dengan bentuk *rounded* (Gambar 4).
- Pasir Malang Merah, *angular-very angular* (Gambar 5).
- Pasir Malang Hitam, *angular-very angular* (Gambar 6).

Permeability

Permeabilitas bertujuan untuk mengukur kecepatan penyerapan air ke dalam tanah serta menentukan nilai koefisien permeabilitas (Persamaan 1). Pori-pori tanah saling terhubung satu sama lain, memungkinkan air mengalir dari titik yang memiliki energi tinggi ke titik dengan energi lebih rendah. Pada tanah, permeabilitas didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk mengalirkan air melalui rongga-rongga porinya (Hardiyatmo, 2002).

Peningkatan kepadatan kerapatan butiran dan mengurangi angka pori, menurunkan nilai koefisien permeabilitas k. Metode *Constant Head* cocok untuk menentukan koefisien permeabilitas material granular, termasuk pasir, kerikil, dan jenis tanah lain (misalnya, campuran pasir-lempung) yang menunjukkan daya rembesan yang tinggi (Das & Sobhan, 2014)



Gambar 1. Pasir Cibeet



Gambar 2. Pasir Sungai Lumpur



Gambar 3. Pasir Garut



Gambar 4. Pasir Lombok



Gambar 5. Pasir Malang Merah



Gambar 6. Pasir Malang Hitam

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot h \cdot t} \quad (1)$$

dengan k: koefisien permeabilitas (cm/s), Q: *volume* air yang mengalir (cm³), L: panjang sampel tanah (cm), A: luas penampang sampel tanah (cm²), h: tinggi tekanan *head* (cm), dan t: waktu aliran (s).

Pengujian permeabilitas metode *constant head* Pengujian ini ditujukan untuk tanah dengan permeabilitas tinggi dan tanah berbutir seperti pasir. Pada uji metode constant head, volume air yang mengalir melalui sampel tanah akan dikumpulkan dalam gelas ukur.

2. METODE PENELITIAN

Sampel tanah yang digunakan berasal dari Bumi Serpong Damai (BSD) pada Gambar 7 dan pasir yang terdiri dari Pasir Cibeet, Pasir Garut, Pasir Sungai Lumpur, Pasir Lombok, Pasir Malang Merah, dan Pasir Malang Hitam dengan komposisi campuran 60%, 75%, dan 90%.



Gambar 7. Tanah BSD

Parameter-parameter yang dibutuhkan diperoleh melalui serangkaian uji laboratorium terhadap sampel tanah, dengan mengacu pada standar *American Society for Testing and Material* (ASTM D2487-17e1, ASTM D2434-22, ASTM C127-25, ASTM C117-23). Jenis pengujian yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

- Index Properties
 - Water content (%)
 - Specific Gravity
- Atterberg Limit Test
 - Liquid limit
 - Plastic limit
 - Plasticity Index
- Grain Size Analysis
 - Sieve Analysis
 - Hydrometer
- Compaction
 - Optimum
 - Compaction Curve
- Coefficient permeability k

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji sampel penelitian dapat dilihat pada Tabel 1-6 dan Gambar 8-17.

Tabel 1. Hasil uji *index properties*

No.	Sampel	Gs			Average Gs
		1	2	3	
1	Tanah BSD	2,64	2,64	2,62	2,64
2	Pasir Cibeet	2,74	2,7	2,68	2,68
3	Pasir Garut	2,75	2,69	2,73	2,72
4	Pasir S Lumpur	2,66	2,69	2,6	2,65
5	Pasir Lombok	2,74	2,63	2,62	2,66
6	Pasir Malang Merah	2,81	2,85	2,83	2,83
7	Pasir Malang Hitam	2,84	2,81	2,75	2,80

Tabel 2. Hasil uji *atterberg limit*

<i>Liquid Limit (LL)</i>	81,34%
<i>Plastic Limit (PL)</i>	53,18%
<i>Index Plasticity (PI)</i>	28,16%
<i>Liduidity Index (LI)</i>	-1,47%

Tabel 3. Hasil uji *grain size analysis*

	Percentage (%)			
	<i>Gravel</i>	<i>Sand</i>	<i>Silt</i>	<i>Clay</i>
Tanah BSD 1	2,38	5,48	79,19	14,59
Tanah BSD 2	5,06	5,45	75,76	15,55
Tanah BSD 3	4,44	4,45	73,20	19,07
Pasir Cibeet	0,92	85,12	4,24	10,64
Pasir Sungai Lumpur	0,88	85,00	5,86	9,12
Pasir Garut	0,22	89,04	5,35	5,61
Pasir Lombok	0	100	0	0
Pasir Malang Merah	44,5	43,78	4,79	6,93
Pasir Malang Hitam	36,14	53,22	5,04	5,60

Berdasarkan hasil pengujian permeabilitas tanah Bumi Serpong Damai (BSD), diklasifikasikan sebagai tanah lempung dengan permeabilitas yang sangat rendah. Hasil ini menunjukkan tanah BSD cocok untuk lapisan kedap air seperti bendungan tanah dan kolam retensi.

Tabel 4. Hasil uji *compaction test* BSD soil

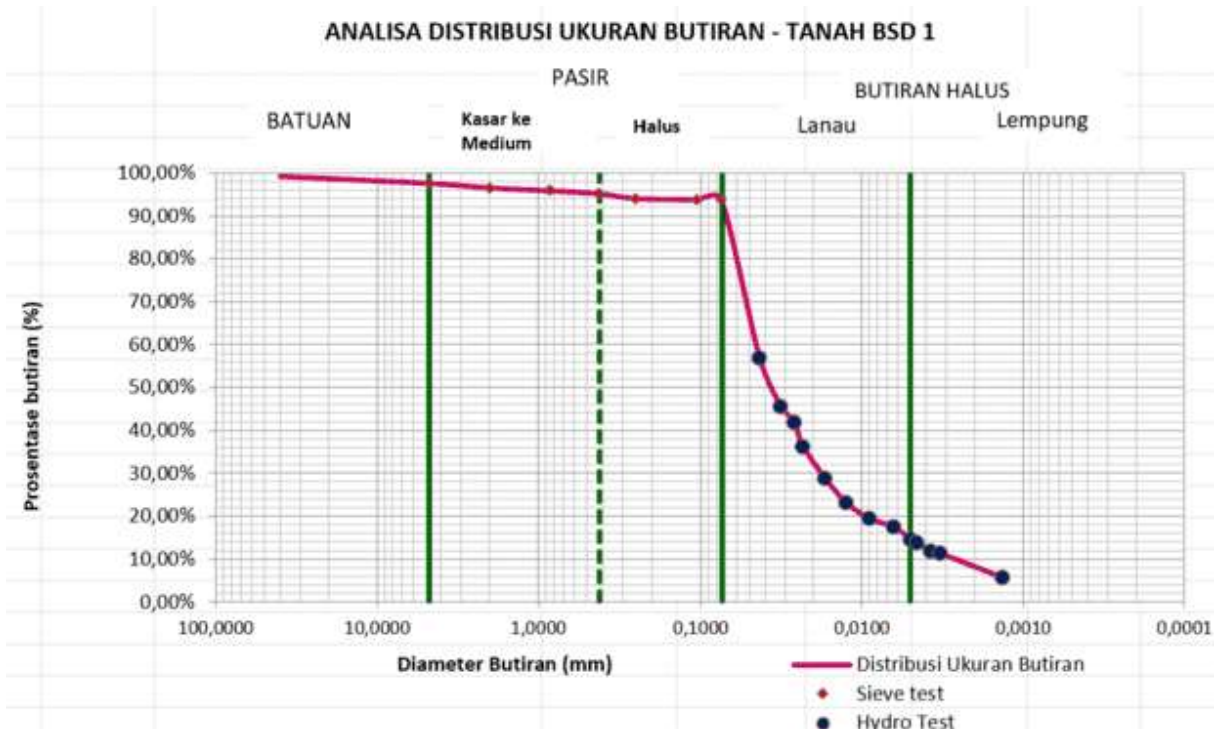
Uji	Water Content (%)	γ_{dry} (kg/cm ³)
Uji pemadatan 1	24,64	1,09
Uji pemadatan 2	30,21	1,07
Uji pemadatan 3	32,19	1,07
Uji pemadatan 4	37,04	1,21
Uji pemadatan 5	37,96	1,21
Uji pemadatan 6	39,38	1,25
Uji pemadatan 7	46,47	1,19
Uji pemadatan 8	46,73	1,14
Uji pemadatan 9	46,22	1,14

Tabel 5. *Summary permeability of sand*

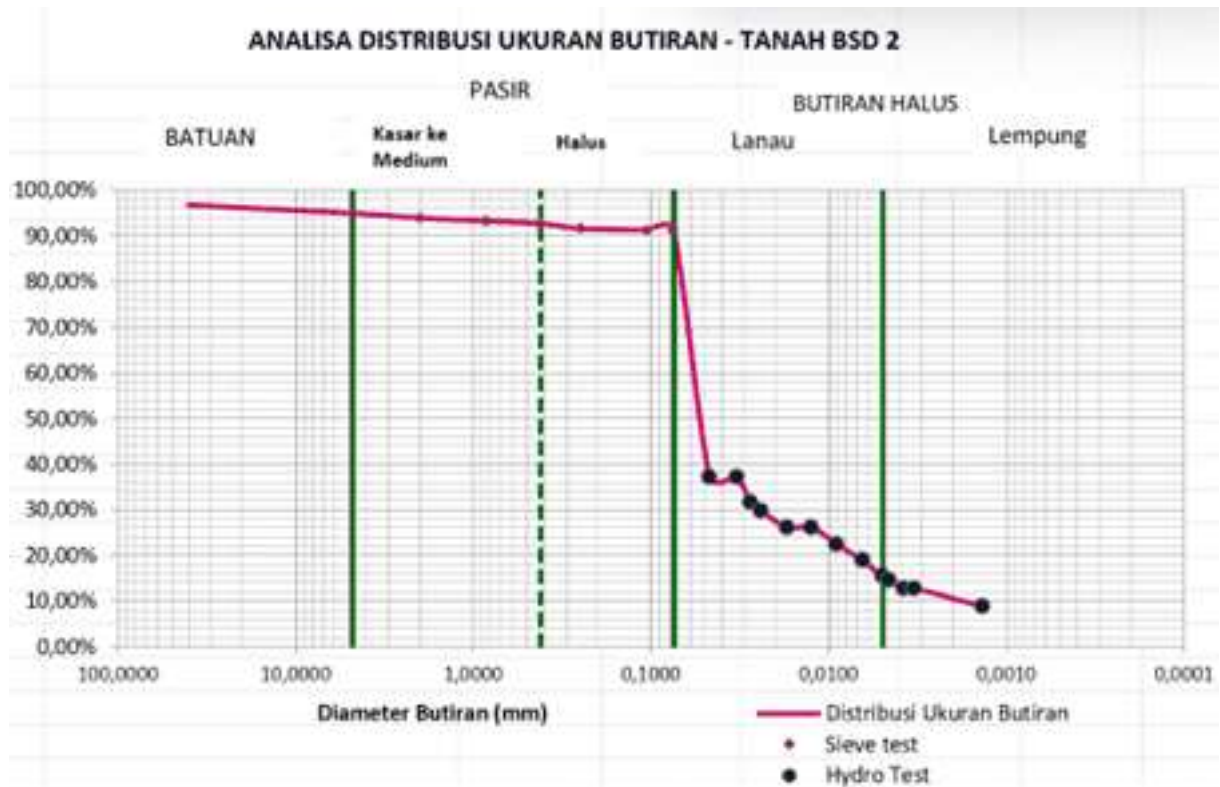
No.	Jenis Pasir	Ketinggian (h) & Nilai k (cm/s)			
		58 cm	58 cm	58 cm	58 cm
1	Pasir S Lumpur	1,638E-04	2,244E-04	1,725E-04	1,121E-04
2	Cibeet	4,376E-03	3,163E-03	2,524E-03	2,217E-03
3	Garut	6,041E-03	6,046E-03	5,951E-03	6,303E-03
4	Lombok	1,807E-02	1,855E-02	1,845E-02	1,834E-02
5	Malang Merah	3,582E-02	3,722E-02	3,399E-02	3,658E-02
6	Malang Hitam	3,614E-02	3,955E-02	3,464E-02	3,685E-02

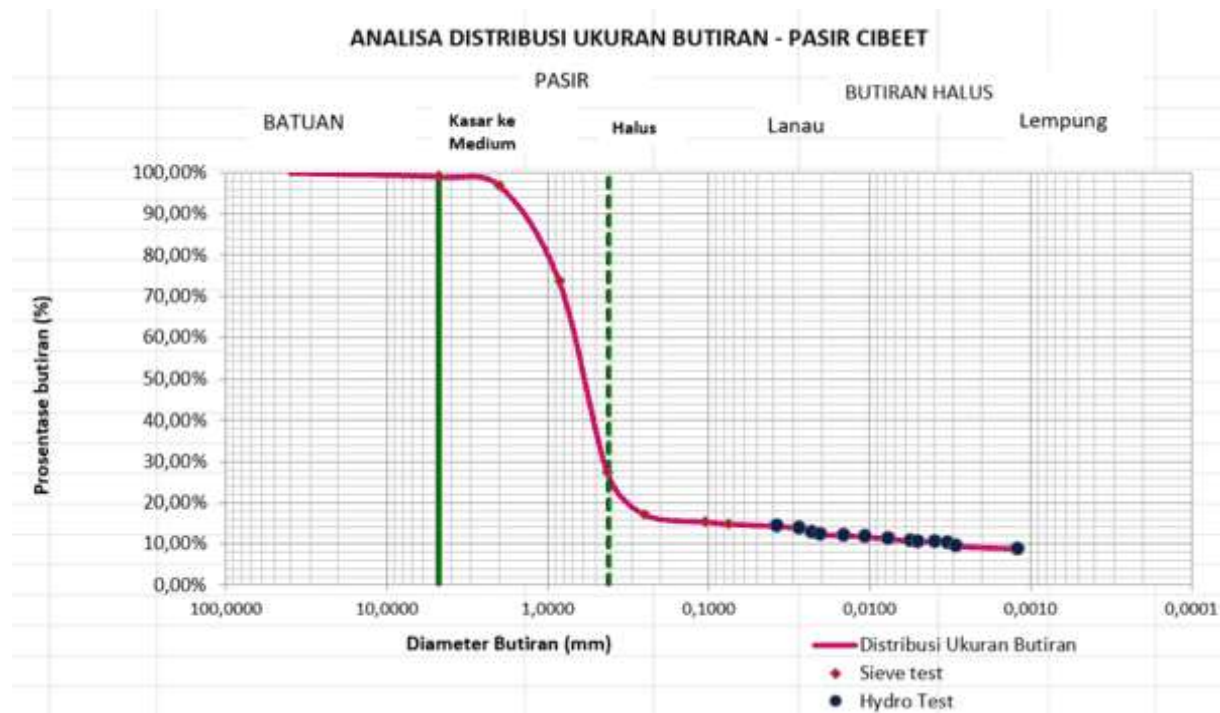
Tabel 6. Uji permeability of BSD soil

No.	Jenis	Ketinggian (h) & Nilai k (m/s)		
		96	80	65
1	Tanah BSD	4,101E-07	4,149E-07	3,840E-07

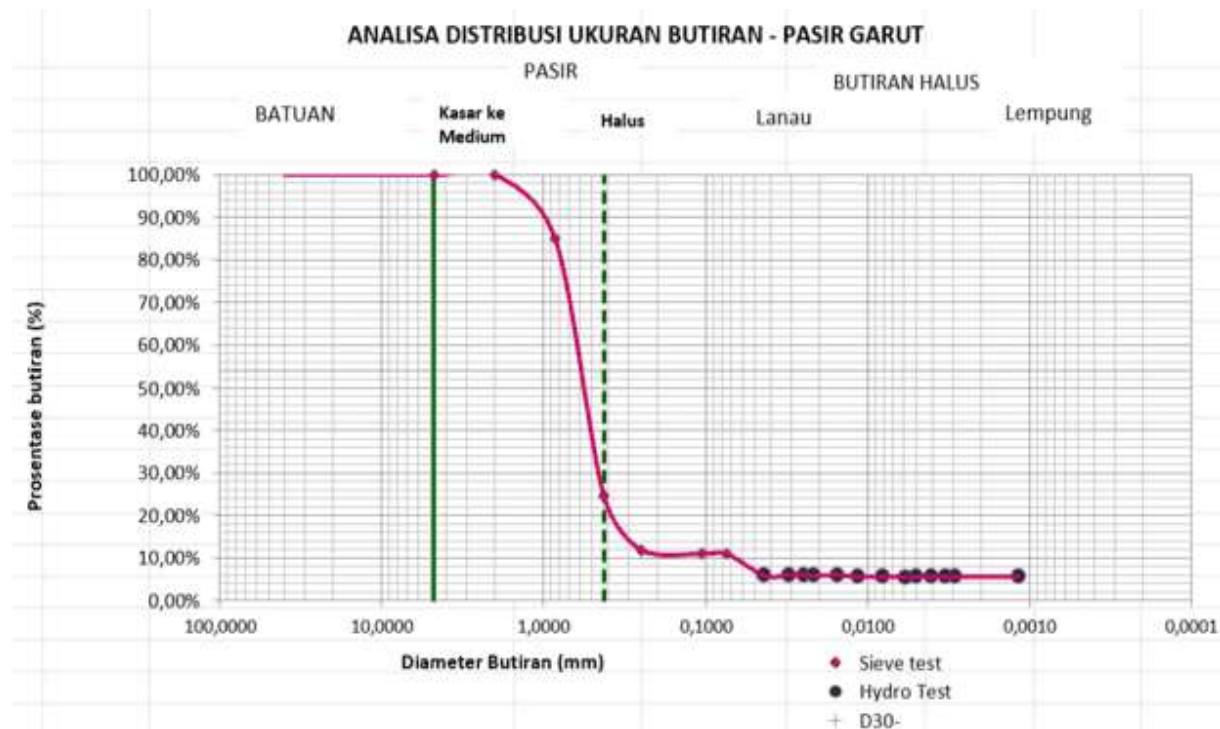


Gambar 8. Grafik *grainsize analysis* tanah BSD 1

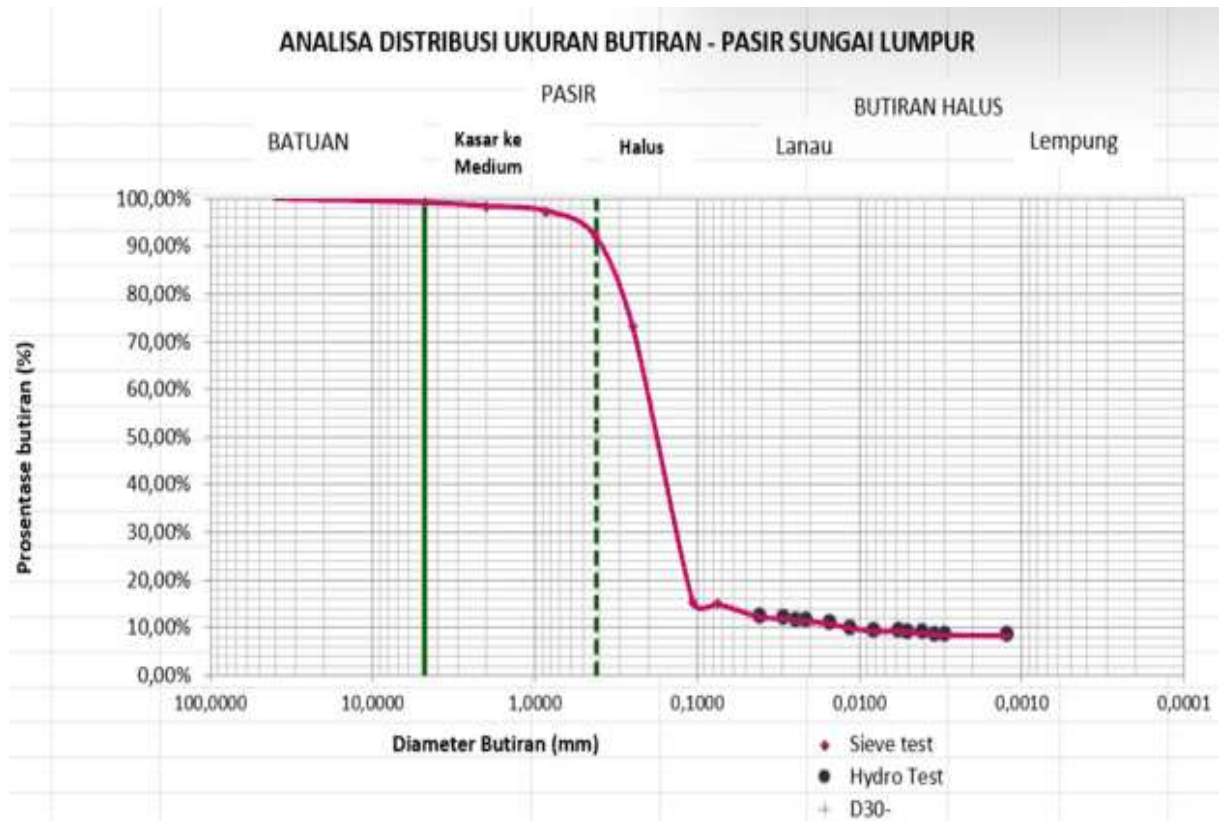




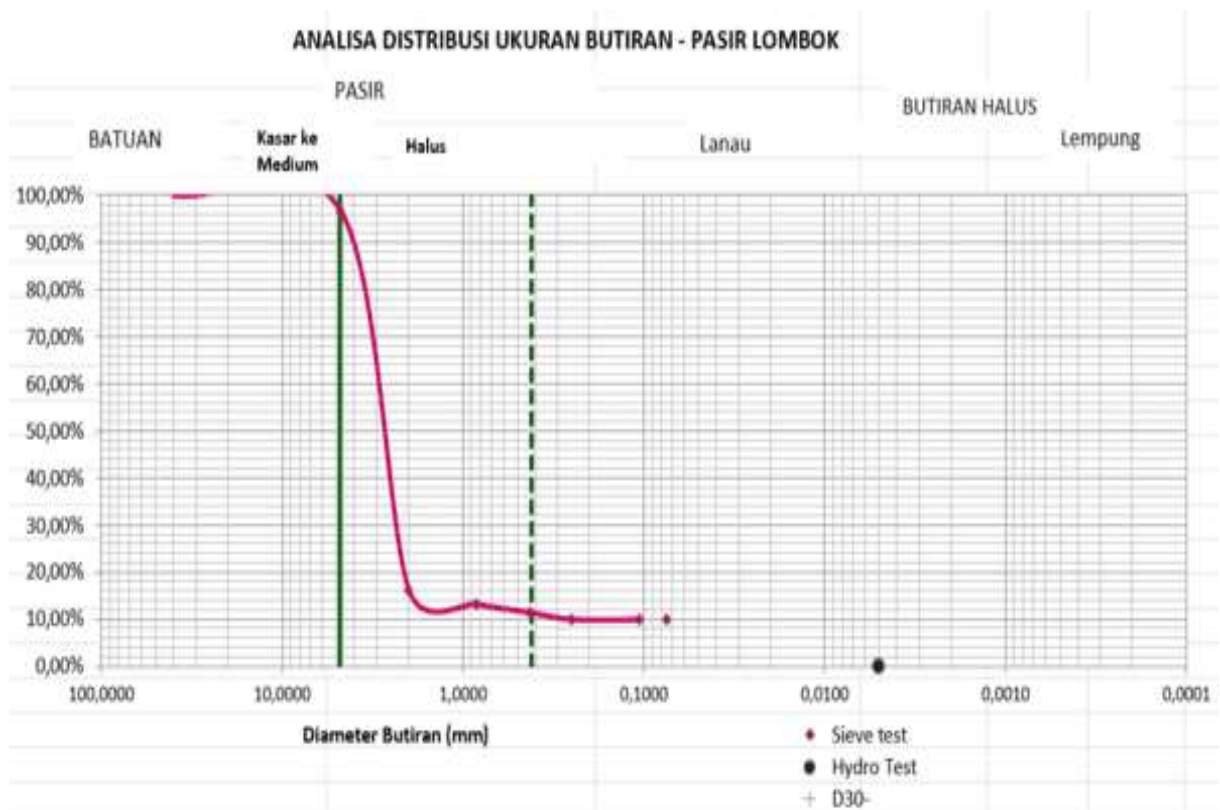
Gambar 11. Grafik *grainsize analysis* Pasir Cibeet



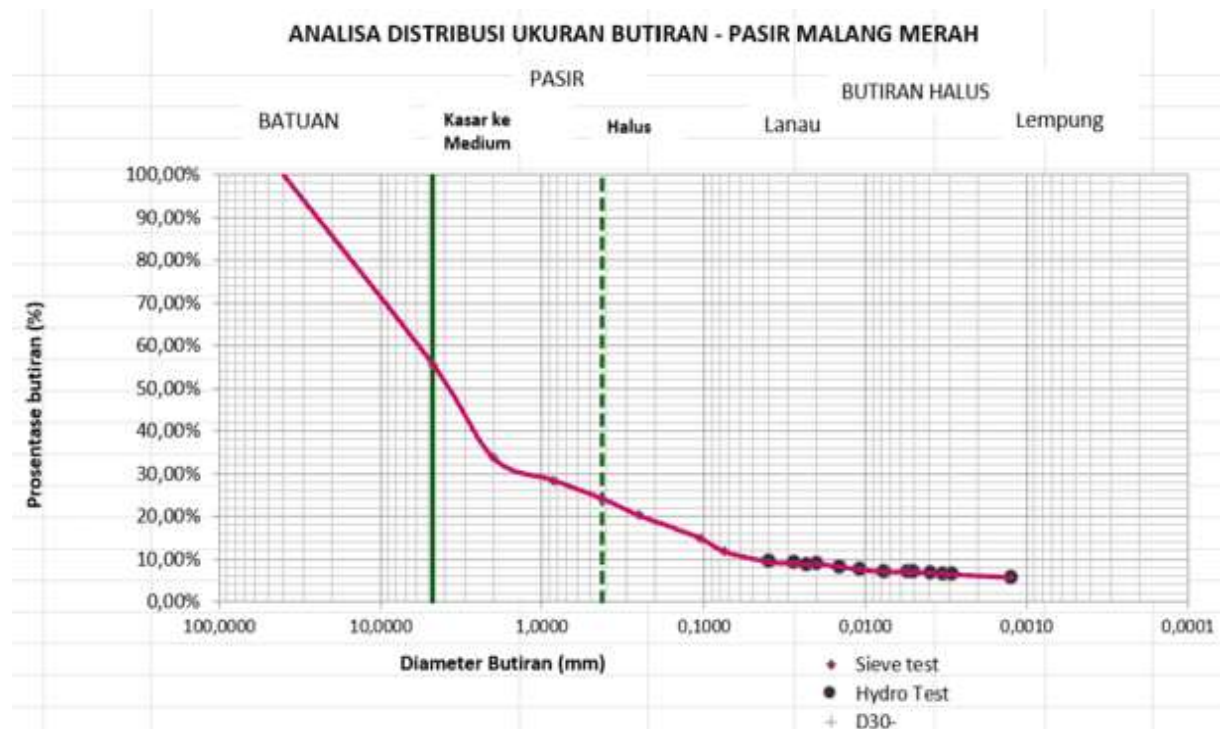
Gambar 12. Grafik *grainsize analysis* Pasir Garut



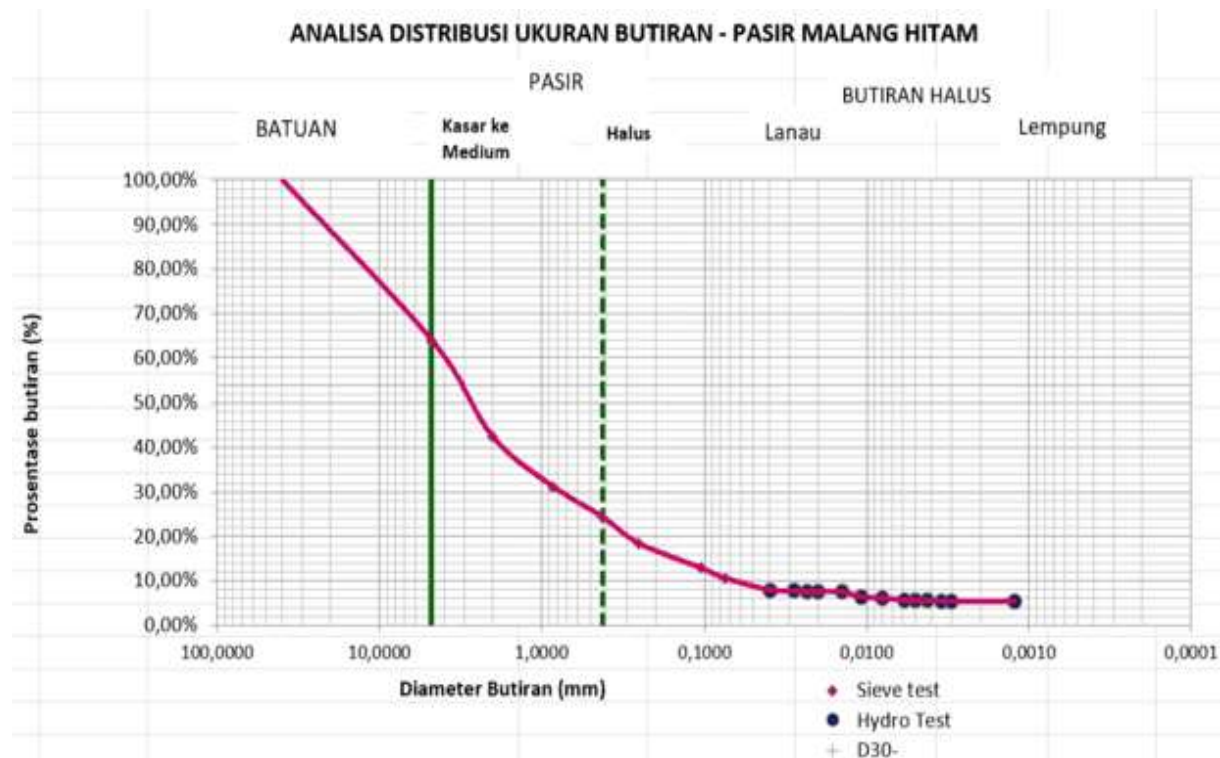
Gambar 13. Grafik *grainsize analysis* Pasir Sungai Lumpur



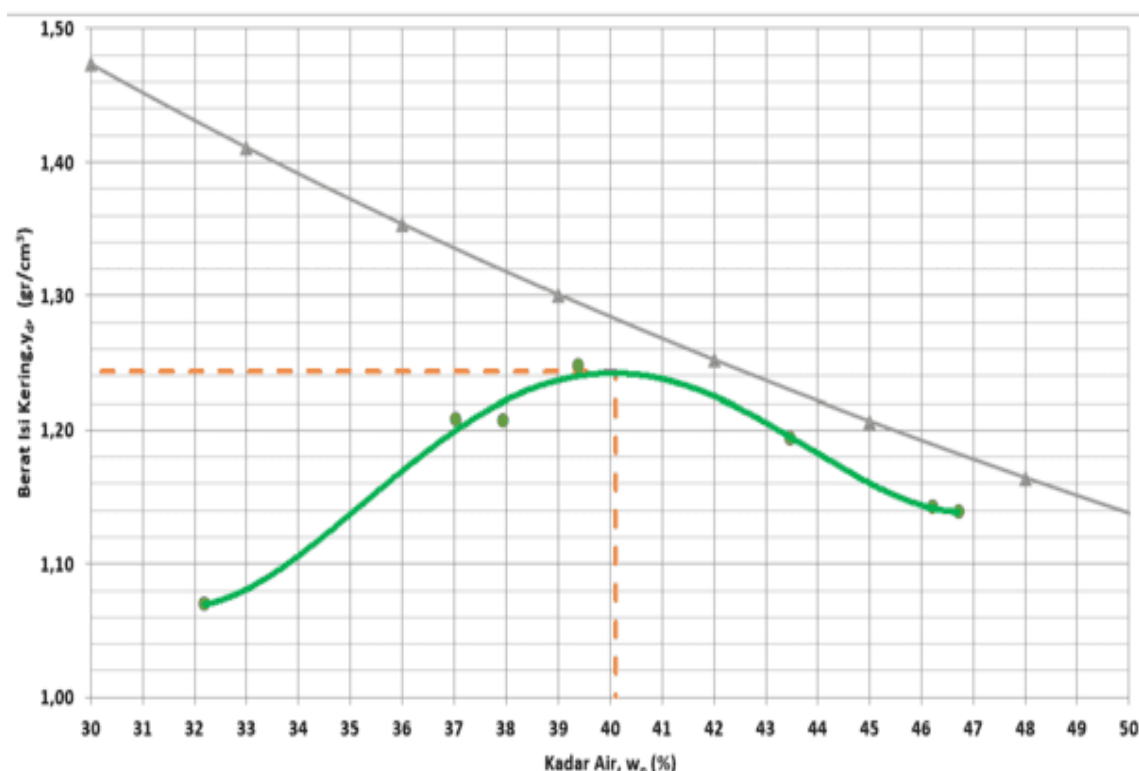
Gambar 14. Grafik *grainsize analysis* Pasir Lombok



Gambar 15. Grafik *grainsize analysis* Pasir Malang Merah



Gambar 16. Grafik *grainsize analysis* Pasir Malang Hitam



Gambar 17. Grafik uji *compaction test standar of BSD soil*

Hasil pengujian permeabilitas campuran 60% (Tabel 7), Pasir Malang Merah memperoleh nilai k tertinggi dengan rata-rata k $1,139\text{E-}04$ cm/s pasir malang merah dengan butiran kasar cocok untuk sistem drainase. Pasir garut menunjukan nilai k yang cukup stabil dengan rata-rata $4,05\text{E-}06$ cm/s dapat digunakan untuk lapisan penahan atau pembatas aliran. Pasir sungai lumpur memperoleh nilai $1,448\text{E-}06$ cm/s pada ketinggian 96 cm cukup rendah, namun meningkat pada 80 cm dan 65 cm, kemungkinan terjadi gangguan material saat pengujian karena lapisan yang tidak seragam. Pasir cibeet dengan rata-rata nilai k $7,06\text{E-}06$ cm/s relatif stabil pada semua ketinggian, cocok untuk aplikasi aliran lambat seperti lapisan penahan air. Pasir Lombok merupakan pasir dengan permeabilitas sedang, dengan rata-rata nilai k $1,31\text{E-}05$ cm/s cocok untuk media filtrasi atau drainase sedang. Pasir malang hitam dengan klasifikasi rendah rata-rata nilai k $3,34\text{E-}06$ cm/s banyak mengandung fraksi halus, cocok digunakan untuk pengendalian rembesan atau lapisan penahan air.

Tabel 7. Uji 60% mixture permeability

No.	Jenis Pasir	Ketinggian (h) & Nilai k (cm/s)		
		96 (cm)	80 (cm)	65 (cm)
1	Cibeet	$8,152\text{E-}06$	$5,596\text{E-}06$	$7,437\text{E-}06$
2	Garut	$6,179\text{E-}06$	$3,441\text{E-}06$	$2,533\text{E-}06$
3	S Lumpur	$1,448\text{E-}06$	$1,393\text{E-}05$	$1,520\text{E-}05$
4	Lombok	$1,493\text{E-}05$	$1,132\text{E-}05$	$1,289\text{E-}05$
5	Malang Merah	$1,128\text{E-}04$	$1,134\text{E-}04$	$1,156\text{E-}04$
6	Malang Hitam	$4,379\text{E-}06$	$3,079\text{E-}06$	$2,552\text{E-}06$

Hasil pengujian permeabilitas 75% (Tabel 8), pasir cibeet memiliki permeabilitas sangat rendah dengan rata-rata nilai k $9,477\text{E-}08$ cm/s. Pasir garut menunjukan hasil yang sangat rendah secara konsisten dengan rata-rata nilai k $1,897\text{E-}07$ cm/s cocok digunakan untuk bahan filtrasi atau penahan rembesan. Pasir sungai lumpur dengan rata-rata nilai k $1,120\text{E-}06$ cm/s di klasifikasikan rendah cocok digunakan untuk penyaring alami resapan. Pasir lombok di klasifikasikan rendah dengan rata-rata nilai k $1,938\text{E-}06$ cm/s bisa digunakan untuk lapisan infiltrasi dangkal. Pasir malang merah di klasifikasikan rendah dengan rata-rata nilai k $4,457\text{E-}07$ cm/s menunjukan konsistensi permeabilitas, dapat digunakan sebagai lapisan drainase. Pasir malang hitam dengan rata-rata nilai k $2,053\text{E-}06$ cm/s di klasifikasikan rendah bisa digunakan untuk lapisan drainase.

Tabel 8. Uji 75% mixture permeability

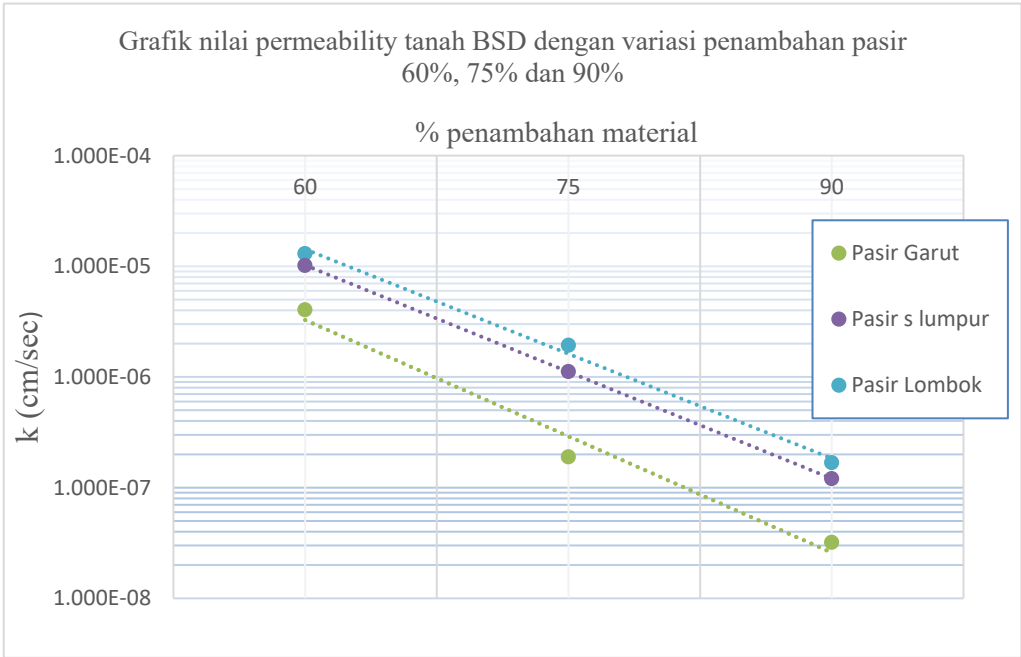
No.	Jenis Pasir	Ketinggian (h) & Nilai k (cm/s)		
		96 (cm)	80 (cm)	65 (cm)
1	Cibeet	1,126E-07	9,648E-08	7,521E-08
2	Garut	2,446E-07	2,154E-07	1,092E-07
3	S Lumpur	1,028E-06	1,185E-06	1,148E-06
4	Lombok	3,404E-06	1,707E-06	6,848E-07
5	Malang Merah	7,486E-07	3,537E-07	2,350E-07
6	Malang Hitam	3,466E-06	2,496E-07	2,196E-06

Hasil pengujian permeabilitas 90% (Tabel 9), Pasir Cibeet memiliki permeabilitas rendah dengan rata-rata nilai k 4,495E-07 cm/s saat dicampurkan menjadi lebih padat menunjukkan campuran 90% memungkinkan lebih banyak air yang mengalir karena distribusi pori cocok digunakan untuk menahan rembesan. Pasir garut menunjukan hasil yang sangat rendah dengan rata-rata nilai k 3,206E-08 cm/s cocok digunakan untuk lapisan kedap air. Pasir sungai lumpur di klasifikasikan sangat rendah ketika campuran 90% dengan rata-rata 1,205E-07 cm/s menjadi lebih kedap saat dikompaksi lebih tinggi. Pasir lombok di klasifikasikan sangat rendah dengan rata-rata nilai k 1,683E-07 cm/s mengalami penurunan permeabilitas ketika komposisi campuran meningkat, cocok digunakan untuk lapisan penahan air. Pasir malang merah di klasifikasikan rendah dengan rata-rata nilai k 3,637E-07 cm/s menunjukan konsistensi permeabilitas meskipun campuran berubah, dapat digunakan sebagai lapisan drainase permukaan ringan. Pasir malang hitam dengan rata-rata nilai k 4,256E-07 cm/s di klasifikasikan rendah bisa digunakan untuk lapisan drainase.

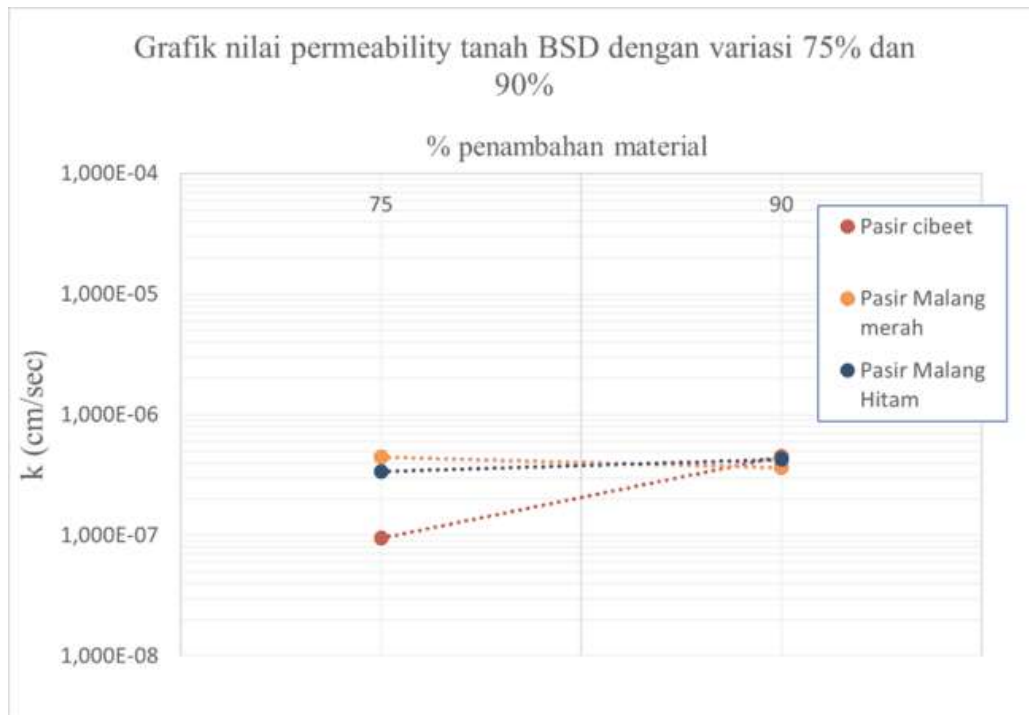
Tabel 9. Uji 90% Mixture Permeability

No.	Jenis Pasir	Ketinggian (h) & Nilai k (cm/s)		
		96 cm	80 (cm)	65 (cm)
1	Cibeet	4,354E-07	4,277E-07	4,853E-07
2	Garut	2,375E-08	3,216E-08	4,028E-08
3	S Lumpur	5,938E-08	1,094E-07	1,927E-07
4	Lombok	5,948E-08	1,158E-07	3,297E-07
5	Malang Merah	1,663E-07	2,073E-07	7,174E-07
6	Malang Hitam	3,364E-07	3,802E-07	5,603E-07

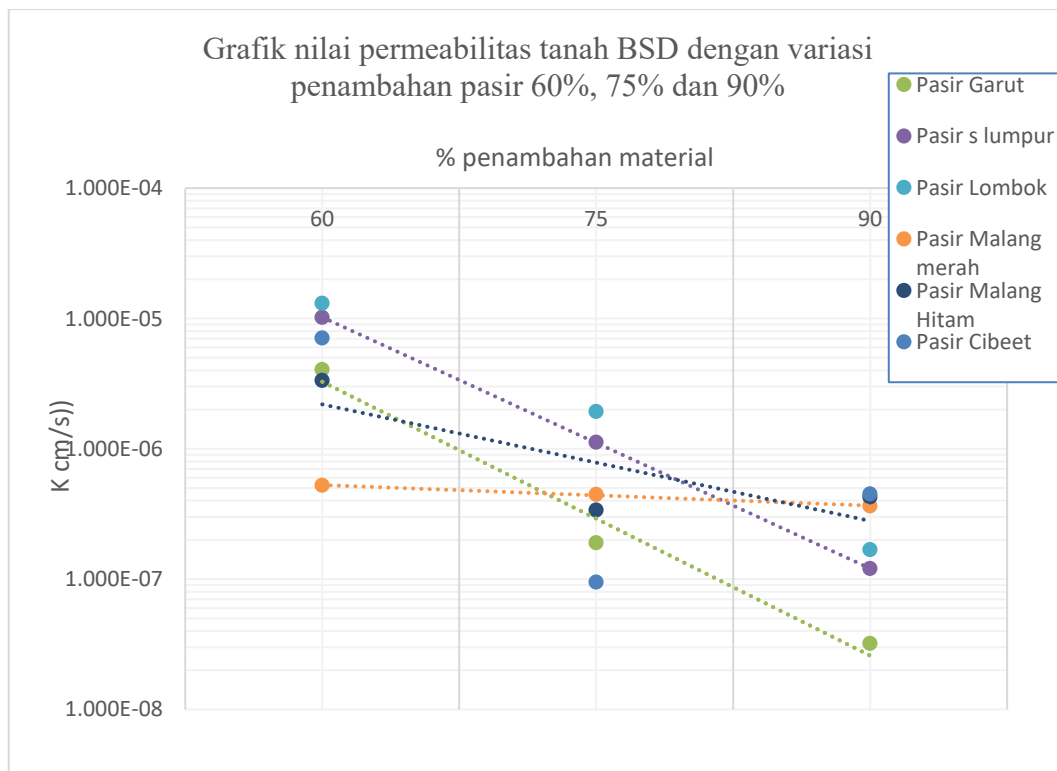
Rangkuman hasil pengujian permeabilitas untuk semua jenis tanah dapat dilihat pada Gambar 18-20.



Gambar 18. Grafik variasi Pasir Garut, Pasir Sungai Lumpur, dan Pasir Lombok



Gambar 19. Grafik variasi Pasir Cibeet, Pasir Malang Merah, dan Pasir Malang Hitam



Gambar 20. Grafik variasi penambahan pasir 60%, 75%, dan 90%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil pengujian *Index Properties* pada tanah Bumi Serpong Damai (BSD) mendapatkan nilai *Specific Gravity* sebesar 2,64 dan pengujian *Index Properties* pada sampel pasir mendapatkan nilai *Specific Gravity* <2,85.

2. Hasil pengujian sifat indeks dan klasifikasi tanah BSD mengindikasikan bahwa jenis tanah ini termasuk dalam kategori lempung dengan plastisitas tinggi. Hal ini didasarkan pada nilai *Liquid Limit* sebesar 81,34% dan *Index Plastisitas* sebesar 28,16%, menunjukkan bahwa karakteristik tanah yang sangat kohesif dan Tingkat permeabilitas sangat rendah.
3. Hasil pengujian *Grain Size Analysis* menunjukkan bahwa presentase butiran pada sampel tanah asli Bumi Serpong Damai (BSD) adalah jenis *Silty Clay Soil*. Sementara itu, pasir cibeet, pasir sungai lumpur, pasir garut dan pasir Lombok termasuk kategori *Sandy Soil*. Pasir malang merah dan pasir malang hitam diklasifikasikan sebagai *Gravelly Sandy Soil*.
4. Berdasarkan hasil pengujian Compaction Test, nilai kadar air optimum pada tanah Bumi Serpong Damai (BSD) rata-rata sebesar 40,1% dengan density 1,24gr/cm³.
5. Berdasarkan hasil pengujian permeabilitas dengan metode *Constant Head*, kandungan butiran kasar dalam pasir sangat mempengaruhi nilai koefisien permeabilitas (k) dari campuran 60%, 75% dan 90%. Kepadatan tanah sangat berpengaruh terhadap nilai permeabilitas k. semakin tinggi kepadatan, nilai K menurun karena pori-pori tanah tertutup oleh butiran halus hasil pemadatan. Pada campuran 60% pasir, pasir malang merah menghasilkan nilai k tertinggi dan paling konsistens dengan rata-rata 1,139E-04 cm/s, menjadikanya paling efektif dalam meningkatkan permeabilitas tanah BSD, cocok digunakan untuk aplikasi sistem drainase dan resapan. Pada campuran 75% pasir menunjukkan penurunan signifikan, sebagian besar diklasifikasikan rendah hingga sangat rendah, kecuali sungai lumpur yang masih cukup stabil dan cocok untuk penyaringan alami. Pada campuran 90% hasil permeabilitas hampir semua jenis pasir sangat rendah, menunjukkan bahwa campuran dengan kepadatan tinggi efektif menutup pori dan memperkecil aliran air.
6. Berdasarkan hasil pengujian sampel pada variasi campuran 75% dan 95% hasil menunjukkan berbanding terbalik, semakin banyak pasir seharusnya permeabilitas akan semakin besar, tetapi hasil yang didapatkan dengan nilai permeabilitas yang rendah.

Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, perlu dilakukan pengujian tambahan untuk kadar air optimum melalui uji pemadatan kompaksi terhadap campuran tanah BSD dengan variasi campuran pasir 60%, 75% dan 90%.
2. Untuk mendapatkan hasil pengujian permeabilitas metode *constant head* yang lebih maksimal, perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan menghindari tanah halus 0,075 mm atau yang lewat saringan No. 200.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2017). *Standard practice for classification of soils for engineering purposes (unified soil classification system)* (ASTM D2487-17e1). ASTM International.
- ASTM International. (2022). *Standard test methods for measurement of hydraulic conductivity of coarse-grained soils* (ASTM D2434-22). ASTM International.
- ASTM International. (2023). *Standard test method for materials finer than 75- μ m (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing* (ASTM C117-23). ASTM International.
- ASTM International. (2025). *Standard test method for relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate* (ASTM C127-25). ASTM International.
- Alnasir, M. Y., Afriani, L., & Adha, I. (2020). Analisis permeabilitas tanah yang dipadatkan dengan menggunakan metoda cubic parameter. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 8(1), 482779.
- Bowles, J. E. (1979). *Physical and geotechnical properties of soils*. McGraw-Hill, Inc.
- Bowles, J. E. (1984). "Foundation Analysis and Design". McGraw-Hill.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2014). *Principles of geotechnical engineering* (edisi ke 8). Cengage Learning.
- Gouw, T. L. (2022). *Klasifikasi tanah*. Parahyangan Catholic University.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I* (edisi ke 3). Gadjah Mada University.
- Kusumah, H. (2019). Pengaruh pemadatan tanah dengan variasi campuran pasir pada uji kompaksi. *SANTIKA is a scientific journal of science and technology*, 9(2), 961-968.

