

ANALISIS DEBIT REMBESAN PADA SUMUR RESAPAN DENGAN VARIASI DIAMETER MENGGUNAKAN SOFTWARE GEOSTUDIO SEEP/W

Bambang Setiawan, Galuh Chrismaningwang, Fauzan Rifa'i

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126. Telp: 021-64524.
Email: bambangsetiawan@staff.uns.ac.id

Abstract

Rapid infrastructural development and population expansion have led to changes in land use that have reduced groundwater infiltration and increased runoff. Efforts to overcome the shortage of infiltration land are made by making infiltration wells. This study aims to compare the seepage discharge values of conventional and software calculations in infiltration wells with variations in diameter. Infiltration well modelling was carried out on silty sand soil with six diameter variations. Conventional calculations use Darcy formulas, and software calculations use GeoStudio. The software calculation uses a stable condition analysis type, and then the modelling process is carried out, defining the soil parameters and determining the boundary conditions. The process of modelling infiltration wells uses coordinate points and connects them to regions. The process of defining soil parameters is carried out by entering soil water content and permeability data. The process of determining the boundary conditions is done by entering the water pressure at the bottom of the infiltration well and the groundwater table. The interpretation of the analysis results is presented in a graph of the relationship between diameter (m) and seepage discharge (m³/s). The comparison of seepage discharge values in the analysis of conventional calculations has a slight difference with the analysis of the GeoStudio software. The seepage discharge value using conventional calculations and GeoStudio software analysis on silty sand soils has a difference of 0.0034% for each variation. This shows that the results of the analysis of the GeoStudio software have a value that is almost the same as the results of the conventional calculation analysis of Darcy's theory.

Keywords: diameter, GeoStudio, infiltration wells, seepage discharge

Abstrak

Pertumbuhan penduduk yang pesat dan pembangunan infrastruktur yang begitu cepat mengakibatkan perubahan tata guna lahan yang berpengaruh pada menurunnya air yang meresap ke dalam tanah dan meningkatkan aliran permukaan. Upaya untuk mengatasi kekurangan lahan resapan yaitu dengan pembuatan sumur resapan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai debit rembesan perhitungan konvensional dan *software* pada sumur resapan dengan variasi diameter. Pemodelan sumur resapan dilakukan pada tanah pasir berlanau dengan enam variasi diameter. Perhitungan konvensional menggunakan rumus dari Darcy dan perhitungan *software* menggunakan GeoStudio. Perhitungan *software* menggunakan tipe analisis kondisi stabil kemudian dilakukan proses pemodelan, mendefinisikan parameter tanah dan menentukan kondisi batas. Proses pemodelan sumur resapan menggunakan point koordinat dan menghubungkannya dengan region. Proses mendefinisikan parameter tanah dilakukan dengan memasukkan data tanah kadar air dan permeabilitas. Proses menentukan kondisi batas yaitu dengan memasukkan tekanan air ada dasar sumur resapan dan muka air tanah. Interpretasi hasil analisis disajikan dalam grafik hubungan antara diameter (m) dan debit rembesan (m³/s). Perbandingan nilai debit rembesan pada analisis perhitungan konvensional memiliki selisih yang sedikit dengan analisis *software* GeoStudio. Nilai debit rembesan dengan perhitungan konvensional dan analisis *software* GeoStudio pada tanah pasir berlanau memiliki selisih sebesar 0,0034 % pada setiap variasi. Hal ini menunjukkan hasil analisis *software* GeoStudio memiliki nilai yang hampir sama dengan hasil analisis perhitungan konvensional teori Darcy.

Kata Kunci : debit rembesan, diameter, GeoStudio, sumur resapan

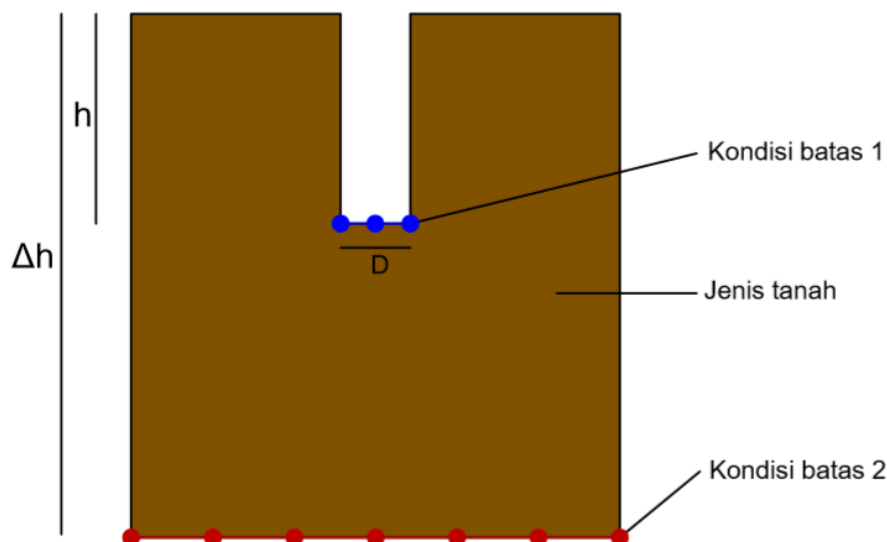
PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan infrastruktur yang begitu cepat mengakibatkan perubahan tata guna lahan (Prihatin, 2015). Dampak dari perubahan tata guna lahan adalah menurunnya air yang meresap ke dalam tanah dan meningkatkan aliran permukaan (Duppa, 2017; Pradipta dan Wardani, 2020), akibatnya pada musim kemarau akan memiliki cadangan air tanah yang sedikit dan pada musim penghujan akan mengakibatkan debit banjir meningkat (Silvia et al, 2020). Upaya untuk mengatasi kurangnya air meresap ke dalam tanah karena lahan resapan yang mulai berkurang adalah dengan menggunakan sumur resapan (Azis et al, 2016). Sumur resapan adalah sumur atau lubang yang digunakan untuk menampung air hujan atau aliran permukaan agar air mengalir ke dalam tanah sehingga dapat menjaga kestabilan atau meningkatkan tinggi muka air tanah (Wijaya et al, 2017). Sumur resapan menjadi salah satu solusi untuk konservasi air tanah dan mengurangi limpasan permukaan, karena pengaplikasian yang cukup mudah di lingkungan perumahan dan diharapkan dapat menjaga kestabilan air tanah (Werdiningsih, W., dan Slamet, 2012). Sumur resapan ini merupakan upaya memperbesar resapan air hujan ke dalam tanah dan memperkecil aliran permukaan sebagai penyebab banjir (Kusnaedi, 1995 dalam Tara, 2015).

Penelitian ini akan menganalisis debit rembesan sumur resapan menggunakan metode konvensional dan *software* GeoStudio. Analisis debit rembesan perhitungan konvensional menggunakan rumus empiris dari Darcy (Das, 2010) dan perhitungan *software* GeoStudio menggunakan fitur *SEEP/W* jenis tipe analisis *steady state*. *SEEP/W* pada GeoStudio merupakan program yang digunakan untuk menganalisis rembesan air dalam tanah (Krisdianto, 2021). Fitur *SEEP/W* merupakan *software* berbasis *computer aided design* (CAD) dasar terbatas. Fitur ini biasanya digunakan dalam analisis dan desain infrastruktur pada bidang teknik sipil, geoteknik, hidrologi, hidrogeologi, dan rekayasa tambang (Prastica et al, 2020). Penelitian ini melakukan pemodelan terhadap sumur resapan dengan enam variasi diameter secara 2 dimensi menggunakan *software* GeoStudio. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah semakin besar diameter sumur resapan dapat mempengaruhi nilai debit rembesan dan membandingkan hasil debit rembesan metode analisis konvensional dengan metode analisis *software* GeoStudio. Hasil yang didapatkan berupa grafik antara variasi diameter dan debit rembesan yang dihasilkan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis debit rembesan pada sumur resapan metode konvensional menggunakan teori Darcy dan analisis *software* GeoStudio. Data tanah yang digunakan adalah data tanah dari Timika, Papua. Berdasarkan data laporan *final report geo-technical engineering f/s Silos dan Jetty project Timika-Papua* jenis tanah di daerah tersebut didominasi tanah pasir berlanau dan memiliki muka air tanah yang cukup dalam. Tinjauan analisis debit rembesan pada sumur resapan dilakukan pada tanah pasir berlanau dengan enam variasi diameter. Asumsi model sumur resapan disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Model sumur resapan

Gambar 1 merupakan model sumur resapan yang digunakan untuk analisis metode konvensional dan *software* GeoStudio. Nilai parameter model yang digunakan untuk analisis konvensional dan *software* GeoStudio dijabarkan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data model sumur resapan pada tanah pasir berlanau

Variasi ke-	D (m)	h (m)	Δh (m)
1	0,5	3	4.2
2	0,6	3	4.2
3	0,8	3	4.2
4	1,0	3	4.2
5	1,2	3	4.2
6	1,4	3	4.2

Tabel 1 merupakan data model sumur resapan untuk setiap variasi. Nilai D merupakan diameter sumur resapan, h merupakan kedalaman sumur resapan dan nilai Δh merupakan kedalaman muka air tanah. Data tanah Timika, Papua. Data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Definisi material untuk pemodelan *software* pada tanah pasir berlanau.

Parameter	Simbol	Satuan	Keterangan
Kadar air	w	%	17,411
Permeabilitas	k	m/s	$1,0315 \times 10^{-6}$
Jenis tanah	-	-	Pasir berlanau
Kondisi batas 1	-	m	3
Kondisi batas 2	-	m	0

Tabel 2 merupakan data parameter tanah yang digunakan dalam analisis *software* GeoStudio. Jenis tanah didapatkan dari pendekatan klasifikasi tanah metode USCS (Hardiyatmo, 2002). Chapuis (2004) menyatakan bahwa nilai koefisien permeabilitas pada tanah granular dapat dihitung melalui pendekatan empiris dengan menghubungkan nilai permeabilitas, angka pori dan D_{10} (Amaratunga et al, 2016). Tekanan air pada dasar sumur resapan didefinisikan dengan *Boundary Conditions* 1. Jenis *Boundary Conditions* 1 adalah *Water Pressure Head* dengan nilai sebesar 3 m diperoleh dari kedalaman sumur resapan. Tekanan air pada muka air tanah didefinisikan dengan *Boundary Conditions* 2. Jenis *Boundary Conditions* 2 adalah *Water Pressure Head* dengan nilai sebesar 0 m.

Debit rembesan

Debit rembesan (aliran) merupakan kapasitas rembesan air yang mengalir ke dalam tanah. Hukum Darcy menyatakan aliran air dalam tanah mempunyai kecepatan yang kecil, maka aliran tersebut dianggap aliran laminar dan bersifat isotropic (Das, 1995). Debit rembesan dapat dihitung dengan Persamaan [1] berikut.

$$q = kiA \dots\dots\dots [1]$$

keterangan :

- q = debit rembesan (m^3/s)
- k = koefisien permeabilitas (m/s)
- i = gradien hidrolik
- A = luas permukaan pengaliran (m^2)

Besarnya kecepatan aliran yang mengalir masuk atau keluar dari tanah sebanding dengan gradien hidrauliknya. Gradien hidrolik dapat dihitung dengan Persamaan [2] berikut.

$$i = \frac{\Delta h}{L} \dots\dots\dots [2]$$

keterangan :

- i = gradien hidrolik
- Δh = tinggi energi total (m)
- L = jarak dari dasar sumur ke muka air tanah (m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

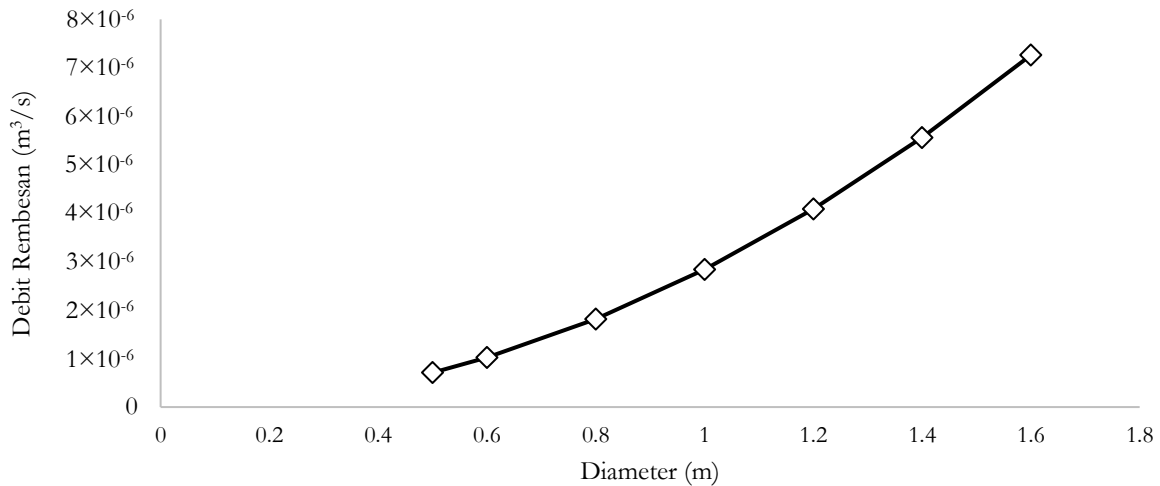
Debit rembesan perhitungan konvensional

Perhitungan konvensional debit rembesan menggunakan teori Darcy dengan rumus seperti di persamaan 1. Hasil analisis debit rembesan disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil analisis metode konvensional pada tanah pasir berlanau

Variasi ke-	D (m)	k (m/s)	i	v (m/s)	A (m^2)	Q (m^3/s)
1	0,5	$1,0315 \times 10^{-6}$	3,5	$3,6101 \times 10^{-6}$	0,1964	$7,0913 \times 10^{-7}$
2	0,6	$1,0315 \times 10^{-6}$	3,5	$3,6101 \times 10^{-6}$	0,2828	$1,0211 \times 10^{-6}$
3	0,8	$1,0315 \times 10^{-6}$	3,5	$3,6101 \times 10^{-6}$	0,5029	$1,8154 \times 10^{-6}$
4	1,0	$1,0315 \times 10^{-6}$	3,5	$3,6101 \times 10^{-6}$	0,7857	$2,8365 \times 10^{-6}$
5	1,2	$1,0315 \times 10^{-6}$	3,5	$3,6101 \times 10^{-6}$	1,1314	$4,0846 \times 10^{-6}$
6	1,4	$1,0315 \times 10^{-6}$	3,5	$3,6101 \times 10^{-6}$	1,5400	$5,5596 \times 10^{-6}$

Tabel 3 merupakan rekapitulasi perhitungan debit rembesan dengan metode konvensional. Hasil analisis sumur resapan dengan metode konvensional disajikan ke dalam grafik hubungan antara diameter (m) dengan debit rembesan (m^3/s) pada Gambar 2 berikut.

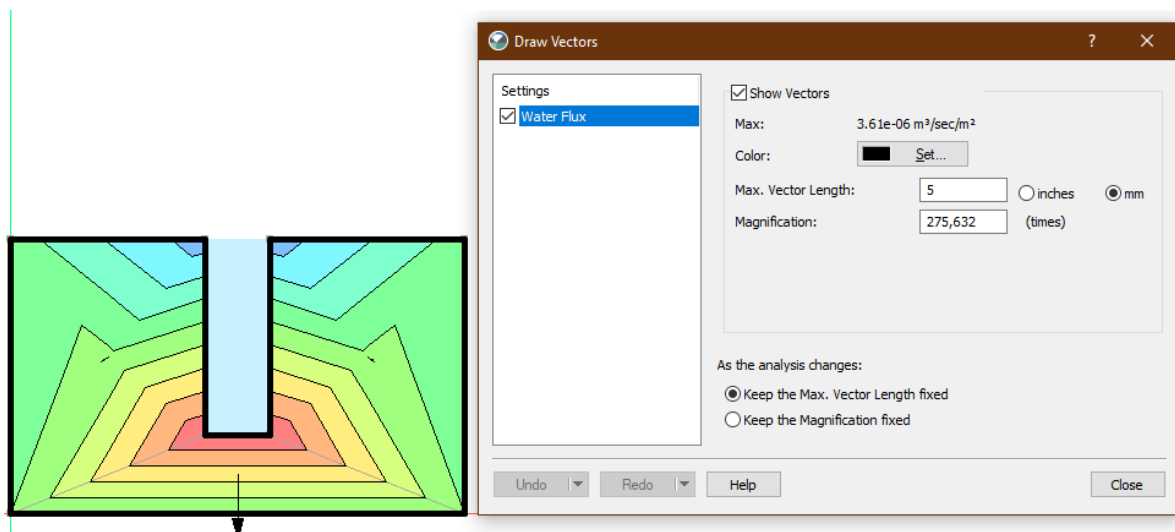


Gambar 2. Hubungan diameter sumur resapan dengan debit rembesan pada tanah pasir berlanau analisis konvensional

Gambar 2 merupakan grafik hubungan diameter sumur resapan dengan debit rembesan pada jenis tanah pasir berlanau. Nilai debit rembesan mengalami kenaikan seiring bertambah besar nilai diameter sumur resapan.

Debit rembesan perhitungan *software* Geostudio

Hasil pemodelan sumur resapan dengan *software* GeoStudio berupa nilai *water flux maksimum* dengan satuan $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$. Nilai dari *water flux* selanjutnya dikalikan dengan luas permukaan sumur resapan untuk mendapatkan nilai debit rembesan. Hasil analisis dengan *software* GeoStudio disajikan pada Gambar 3 berikut.



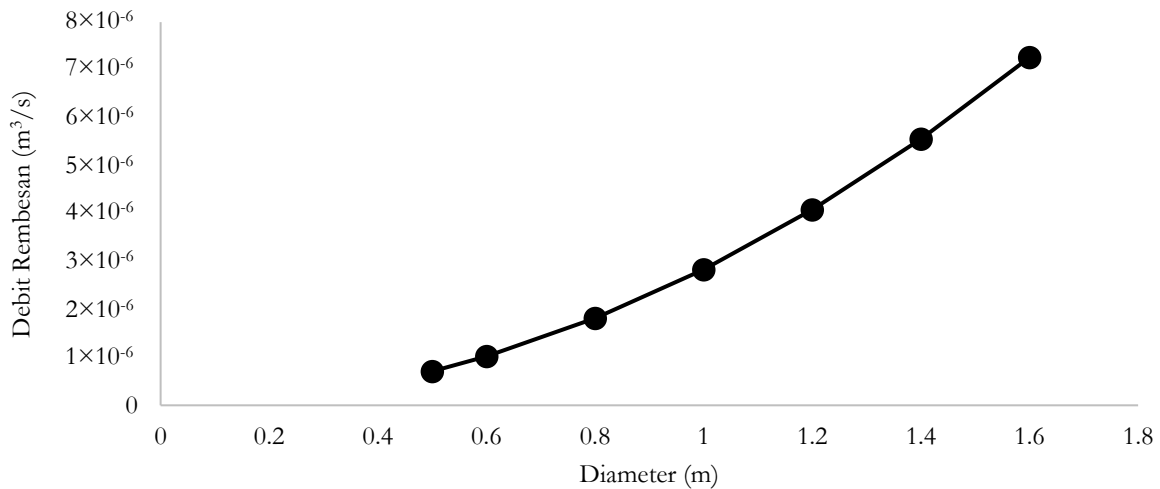
Gambar 3. Hasil analisis debit rembesan dengan *software* Geostudio pada tanah pasir berlanau

Gambar 3 merupakan hasil analisis *software* GeoStudio pada tanah pasir berlanau dengan variasi diameter 1 m. Besar kecilnya nilai *water flux* dapat dilihat dari besar kecilnya anak panah. Ukuran anak panah yang semakin besar akan mempunyai nilai *water flux* yang besar juga. Nilai *water flux* terbesar dalam model tersebut adalah $3,6101 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$. Nilai *water flux* tersebut kemudian dikalikan dengan nilai luas sumur resapan sehingga didapat nilai debit rembesan sebesar $2,8364 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$. Hasil analisis debit rembesan menggunakan *software* GeoStudio tiap variasi diameter sumur resapan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil analisis debit rembesan dengan *software* Geostudio pada tanah pasir berlanau

Variasi ke-	D (m)	Luas permukaan (m ²)	Analisis dengan <i>software</i> GeoStudio	
			Water flux (m ³ /s/m ²)	Debit (m ³ /s)
1	0,5	0,1964	3,6101×10 ⁻⁶	7,0911×10 ⁻⁷
2	0,6	0,2828	3,6101×10 ⁻⁶	1,0211×10 ⁻⁶
3	0,8	0,5029	3,6101×10 ⁻⁶	1,8153×10 ⁻⁶
4	1,0	0,7857	3,6101×10 ⁻⁶	2,8364×10 ⁻⁶
5	1,2	1,1314	3,6101×10 ⁻⁶	4,0845×10 ⁻⁶
6	1,4	1,5400	3,6101×10 ⁻⁶	5,5594×10 ⁻⁶

Tabel 4 menyajikan hasil analisis debit rembesan sumur resapan menggunakan *software* GeoStudio. Hasil analisis sumur resapan dengan *software* GeoStudio disajikan ke dalam grafik hubungan antara diameter sumur resapan (m) dengan debit rembesan (m³/s) pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Hubungan diameter sumur resapan dengan debit rembesan pada tanah pasir berlanau analisis *software* GeoStudio

Gambar 4 merupakan grafik hubungan diameter sumur resapan dan debit rembesan pada jenis tanah pasir berlanau. Nilai debit rembesan mengalami kenaikan seiring bertambah besar nilai diameter sumur resapan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai diameter sumur resapan maka nilai debit rembesan pada sumur resapan juga semakin besar.

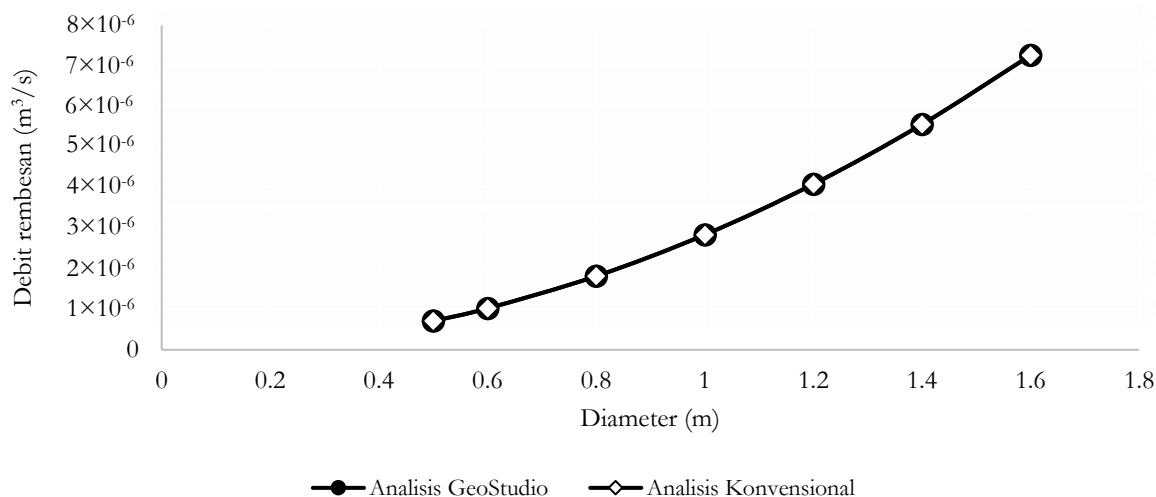
Perbandingan nilai debit rembesan perhitungan konvensional dengan *software* Geostudio

Hasil perbandingan analisis debit rembesan perhitungan konvensional dengan *software* GeoStudio disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil debit rembesan pada tanah pasir berlanau

Variasi ke-	Diameter (m)	Debit rembesan		Selisih (%)
		Metode konvensional (m ³ /s)	<i>Software</i> Geostudio (m ³ /s)	
1	0,5	7,0913×10 ⁻⁷	7,0911×10 ⁻⁷	0,0034
2	0,6	1,0211×10 ⁻⁶	1,0211×10 ⁻⁶	0,0034
3	0,8	1,8154×10 ⁻⁶	1,8153×10 ⁻⁶	0,0034
4	1,0	2,8365×10 ⁻⁶	2,8364×10 ⁻⁶	0,0034
5	1,2	4,0846×10 ⁻⁶	4,0845×10 ⁻⁶	0,0034
6	1,4	5,5596×10 ⁻⁶	5,5594×10 ⁻⁶	0,0034

Tabel 5 menyajikan hasil analisis sumur resapan metode konvensional dan pemodelan *software* GeoStudio pada tanah pasir berlanau. Hasil analisis akan disajikan dalam bentuk grafik perbandingan antara debit rembesan perhitungan manual dengan analisis *software* GeoStudio pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Perbandingan debit rembesan pada tanah pasir berlanau

Gambar 5 menunjukkan perbandingan debit rembesan pada tanah pasir berlanau analisis konvensional dengan analisis *software* GeoStudio mempunyai nilai yang hampir sama. Selisih nilai debit rembesan antara analisis konvensional dengan analisis *software* GeoStudio sangat kecil yaitu 0,0034 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan penelitian mengenai penggunaan GeoStudio dalam analisis debit rembesan untuk sumur resapan pada tanah pasir dengan berbagai macam variasi diameter sumur resapan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil analisis debit rembesan pada tanah pasir berlanau dengan perhitungan konvensional dan *software* GeoStudio menghasilkan nilai debit rembesan pada tiap masing-masing diameter mengalami kenaikan, semakin besar ukuran diameter sumur resapan maka nilai debit rembesan akan semakin naik.
2. Hasil perbandingan debit rembesan analisis konvensional dan *software* GeoStudio menghasilkan nilai debit rembesan yang tidak jauh berbeda. Selisih nilai debit rembesan antara analisis konvensional dengan analisis *software* GeoStudio untuk tanah pasir berlanau adalah 0,0034 %..

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada PT. Geomarindex yang telah mengizinkan untuk menggunakan data Final Report Geo-Technical Engineering F/S Silos dan Jetty Project Timika – Papua.

DAFTAR PUSTAKA

- Ameratunga, J., Sivakugan, N. and Das, B.M., 2016. *Developments in Geotechnical Engineering Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*. [online] Available at: <<http://www.springer.com/series/13410>>.
- Azis, A., Yusuf, H., & Faisal, Z. (2016). Konservasi air tanah melalui pembuatan sumur resapan air hujan di Kelurahan Maradekaya Kota Makassar. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(2), 87-90.
- Chapuis RP (2004) Predicting the saturated hydraulic conductivity of sand and gravel using effective diameter and void ratio. *Can Geotech J* 41(5):787–795.
- Das, B.M., 2010. *Principles of geotechnical engineering*. Cengage learning.
- Das, B.M., Noor E.M., dan Indrasurya B.M., 1995. *Mekanika Tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis) jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- Duppa, H. (2017). Sumur Resapan Untuk Mengurangi Genangan Air Dan Banjir. *Jurnal Scientific Pinisi*. <https://doi.org/https://doi.org/10.26858/ijfs.v3i1.4380>.
- Hardiyatmo, H., C. 2002. *Mekanika Tanah I. Edisi Kedua*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

- Krisdianto, F. (2021). Analisis Stabilitas Pada Tubuh Bendungan Dengan Irisan Fellenius Dan Debit Rembesan Dengan Metode Casagrande Menggunakan Software Geostudio.
- Pradipta, R., dan Wardani, M. K. (2020). Penggunaan Kombinasi Replacement, Shear Key Dan Timbunan Sebagai Salah Satu Alternatif Perbaikan Tanah Ekspansif Untuk Jalan Raya. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 49-54.
- Prastica, R. M. S., Adi, D. A. R., & Famila, N. (2020). Mitigasi banjir dan alternatif pemeliharaan infrastruktur keairan pada sub-DAS code Yogyakarta. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(1), 25-34.
- Prihatin, R. B. (2015). Alih fungsi lahan di perkotaan (Studi kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105-118.
- Silvia, C.S., dan Meylis S., 2020. Analisis Penanganan Masalah Banjir dengan Sumur Resapan. *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 5(1), pp.394-403.
- Tara, T.J.U., 2015. Pengaruh Ketinggian Muka Air Di Dalam Sumur Resapan Terhadap Debit Resapan (Doctoral Dissertation, Uajy).
- Werdiningsih., dan Slamet S., 2012. Rancangan Dimensi Sumur Resapan Untuk Konservasi Air Tanah Dikompleks Tambakbayan Sleman DIY, *Jurnal Bumi Indonesia*, Vol. 1, No. 3.
- Wijaya, H.T., Ruslin A., dan Agus S., 2017. Manfaat Sumur Resapan Dalam Penanggulangan Banjir Di Wilayah Kelurahan Penanggungan Bagian Selatan Kota Malang. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil* 1(1):pp--242.