

ANALISA PENGARUH SIFAT FISIK TANAH TERHADAP LAJU INFILTRASI AIR

Edy Yasa Ardiansyah¹⁾, Tengku Tibri¹⁾, Lismawaty²⁾, Azhari Fitrah²⁾,
Surya Azan²⁾, Johannes A. Sembiring³⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Pertambangan

²⁾Dosen Jurusan Teknik Geologi

³⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan

Mining Engineering, Engineering Faculty of Mineral, Medan Institute of Technology

Jl. Gedung Arca No.52. Medan, 20217. Indonesia

nakhlah_geologist@yahoo.co.id

Abstrak

Peristiwa masuknya air hujan ke dalam tanah disebut infiltrasi. Banyak hal yang mempengaruhi infiltrasi beberapa diantaranya adalah tekstur, kadar air dan porositas tanah. Tujuan studi adalah membahas seberapa besar pengaruh karakteristik fisik tanah terhadap laju infiltrasi. Studi dilaksanakan pada 15 titik lokasi di Desa Simpang Selayang Kecamatan Medan Tuntungan. Data-data merupakan pengamatan langsung dari lapangan dengan menggunakan alat Double Ring Infiltrometer untuk pendugaan laju infiltrasinya. Terdapat dua klasifikasi laju infiltrasi pada daerah penelitian, yaitu klasifikasi lambat (1 – 5 mm/jam) terdapat pada lokasi 1, lokasi 5, lokasi 7, lokasi 11, lokasi 12, lokasi 13, lokasi 14, lokasi 15 dan klasifikasi sedang-lambat (5 – 20 mm/jam) terdapat pada lokasi lokasi 2, lokasi 3, lokasi 4, lokasi 6, lokasi 8, lokasi 9, lokasi 10. Dilakukan pengujian pada sampel tanah dari lokasi penelitian di laboratorium untuk mengetahui kadar air, porositas dan tekstur tanah. Hasil perbandingan hubungan karakteristik fisik tanah dengan laju infiltrasi yaitu komposisi pasir 52,1 %, porositas 72,1 % dan kadar air 53,4 % memiliki pengaruh signifikan terhadap laju infiltrasi. Kemudian dengan analisis yang lebih jauh lagi yaitu regresi linier berganda menunjukkan bahwa komposisi pasir, porositas dan kadar air secara simultan mempengaruhi laju infiltrasi sebesar 78,1 %.

Kata-Kata Kunci: Laju Infiltrasi, Sifat Fisik Tanah, Model Horton

I. PENDAHULUAN

Proses infiltrasi merupakan salah satu proses penting dalam siklus hidrologi karena infiltrasi menentukan besarnya air hujan yang meresap/masuk ke dalam tanah secara langsung.

Infiltrasi adalah suatu proses masuknya air ke dalam tanah secara vertikal melalui permukaan tanah, kondisi ini sangat dipengaruhi oleh porositas tanah, tekstur tanah, dan kadar air tanah (Arsyad, 1989). Laju infiltrasi pada tanah berbeda-beda disebabkan oleh adanya perbedaan sifat fisik tanah tersebut.

Pemahaman mengenai infiltrasi dan data laju infiltrasi

sangat berguna sebagai acuan perhitungan air limpasan untuk perencanaan dan rancangan sistem penirisan tambang, baik dalam pembuatan paritan atau pun dalam penanggulangan erosi pada kegiatan reklamasi.

Peralihan fungsi suatu kawasan menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah dalam meresap air hujan, dikarenakan pengalihan lahan, penggunaan lahan yang salah dan pemadatan tanah oleh alat-alat berat yang mengakibatkan terganggunya laju infiltrasi pada tanah. Tanah yang mempunyai laju infiltrasi yang buruk akan menimbulkan limpasan permukaan meski dengan curah hujan yang cukup rendah (Utomo, 1989). Air hujan yang jatuh sebagian besar langsung menjadi air limpasan yang dapat mengakibatkan banjir dan erosi yang diaktifkan oleh *run off* (Hakim, 1986).

Desa Simpang Selayang merupakan daerah aliran sungai bagian tengah (*Middle land*) atau daerah peralihan antara bagian hulu dengan bagian hilir di kota Medan. Dimana air limpasan yang berasal dari hulu mengalir melewati daerah peralihan sebelum sampai ke hilir. Pentingnya peran daerah peralihan dalam menyerap air limpasan yang berasal dari hulu, agar tidak terjadi banjir di daerah hilir. Maka dari itu perlu diketahui kondisi laju infiltrasi tanah pada daerah tersebut, hingga di dapatkan data yang diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan ataupun penanganan air agar tidak terjadi banjir di masa sekarang ataupun yang akan datang.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada 15 titik lokasi di Desa Simpang Selayang Kec. Medan Tuntungan Kota Medan. waktu pengambilan pengukuran dilakukan pada musim kemarau.

Penelitian dilakukan dengan metode *double ring infiltrometer* menggunakan alat *double ring infiltrometer*.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Classification System), Hasil yang didapatkan sebagai berikut (Tabel 1).



Gambar 2. Turf-tec Infiltrometer

Pada 15 titik lokasi dilakukan pengambilan contoh tanah dimaksudkan untuk memperoleh data karakteristik sifat fisik tanah yang tidak dapat diperoleh langsung dari pengamatan lapangan. Data-data yang diperoleh adalah data pengamatan langsung dari lapangan yaitu diantaranya data laju infiltrasi. Selain data dari lapangan terdapat juga data hasil analisis dari laboratorium seperti data porositas, kadar air dan tekstur tanah. Data tekstur tanah yang dipilih adalah komposisi pasir.

Pada penelitian ini laju infiltrasi akan dianalisis menggunakan Model Horton. Model persamaan Horton membutuhkan data dari lapangan berupa laju infiltrasi (f), laju infiltrasi pada saat konstan (f_c), dan laju infiltrasi awal (f_0). Laju infiltrasi juga akan dianalisis seberapa besar pengaruhnya terhadap variabel-variabel sifat fisik tanah dengan analisis regresi linier menggunakan program SPSS versi 23.0.

Model Horton

Model Horton adalah model infiltrasi yang terkenal dalam hidrologi. Horton mengemukakan bahwa kapasitas infiltrasi

berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai konstan. [7] $f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$ $t \geq t_c$

k = konstan

dimana:

f = laju infiltrasi nyata (mm/menit)

f_c = laju infiltrasi konstan (mm/menit)

f_0 = laju infiltrasi awal (mm/menit)

k = konstanta geofisik

Model Horton bersifat sederhana dan lebih cocok untuk data percobaan. Kelemahan utama dari model ini terletak pada penentuan parameternya f_0 , f_c dan k dan ditentukan dengan data *fitting*.

III. DATA & HASIL

3.1 Hasil Pemeriksaan Tanah

Setiap lokasi penelitian memiliki komposisi penyusun butiran tanah yang berbeda-beda. Dari komposisi ukuran butiran tanah tersebut dapat diklasifikasi menurut USCS (*Unified Soil*

Tabel 1. Komposisi dan Tekstur Tanah

Lokasi	Data Pengujian Tekstur Tanah		Jenis Tanah (USCS)
1	Sieve Analysis	Cu = 3	Pasir berlanau
		Cc = 1,33	
		Pasir = 87,5 %	
	Atterberg	Loss 200 = 12,2 %	
		LL = 41,95	
		PL = 38,51	
2	Sieve Analysis	PI = 3,45	Pasir bergradasi buruk
		Cu = 1,70	
		Cc = 0,66	
		Pasir = 99,96 %	
3	Sieve Analysis	Loss 200 = 0,04 %	Pasir bergradasi baik
		Cu = 2,46	
		Cc = 1,06	
		Pasir = 100 %	
4	Sieve Analysis	Loss 200 = 0 %	Pasir bergradasi buruk
		Cu = 2,5	
		Cc = 0,65	
		Pasir = 99,7 %	
5	Sieve Analysis	Loss 200 = 0,3 %	Pasir berlempung
		Cu = 2,67	
		Cc = 1,04	
		Pasir = 91,5 %	
	Atterberg	Loss 200 = 8,5 %	
		LL = 59,27	
6	Sieve Analysis	PL = 48,23	Pasir bergradasi buruk
		Cu = 1,65	
		Cc = 0,93	
		Pasir = 99,9 %	
7	Sieve Analysis	Loss 200 = 0,1 %	Pasir berlempung
		Cu = 2	
		Cc = 0,89	
		Pasir = 90,5 %	
	Atterberg	Loss 200 = 9,5 %	
		LL = 47,10	
8	Sieve Analysis	PL = 40,25	Pasir bergradasi buruk
		Cu = 2,5	
		Cc = 0,9	
8	Sieve Analysis	Pasir = 99,9 %	Pasir bergradasi buruk

		Loss 200 = 0,1 %	
9	Sieve Analysis	Cu = 2,67	Pasir berlempung
		Cc = 1,04	
		Pasir = 94,7 %	
		Loss 200 = 5,3 %	
	Atterberg	LL = 66,34	
		PL = 38,52	
		PI = 27,82	
10	Sieve Analysis	Cu = 2,67	Pasir berlanau
		Cc = 1,04	
		Pasir = 91,9 %	
		Loss 200 = 8,1 %	
	Atterberg	LL = 58,99	
		PL = 56,28	
		PI = 2,71	
11	Sieve Analysis	Cu = 3	Lanau organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
		Cc = 1,33	
		Pasir = 48,9 %	
		Loss 200 = 51,11 %	
	Atterberg	LL = 80,11	
		PL = 21,64	
		PI = 58,47	
12	Sieve Analysis	Cu = 2,33	Pasir berlanau
		Cc = 0,79	
		Pasir = 92,8 %	
		Loss 200 = 7,2 %	
	Atterberg	LL = 53,43	
		PL = 49,74	
		PI = 3,69	
13	Sieve Analysis	Cu = 2,33	Pasir berlanau
		Cc = 0,79	
		Pasir = 97,6 %	
		Loss 200 = 2,4 %	
	Atterberg	LL = 45,70	
		PL = 44,80	
		PI = 0,89	
14	Sieve Analysis	Cu = 2,33	Pasir berlempung
		Cc = 0,79	
		Pasir = 90,8 %	
		Loss 200 = 9,2 %	
	Atterberg	LL = 64,10	
		PL = 52,09	
		PI = 12,01	
15	Sieve Analysis	Cu = 2,33	
		Cc = 0,79	

		Pasir = 93,8 %	Pasir berlempung
		Loss 200 = 6,2 %	
Atterberg		LL = 50,61	
		PL = 46,96	
		PI = 3,65	

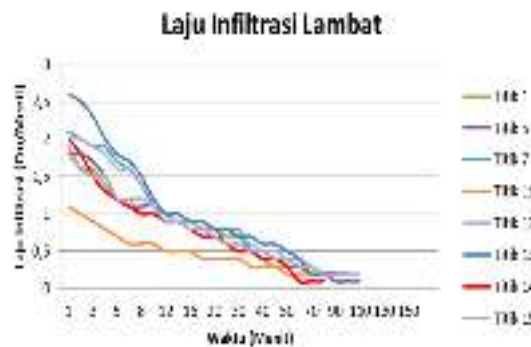
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 2. Hasil Analisis Parameter yang mempengaruhi Laju Infiltrasi

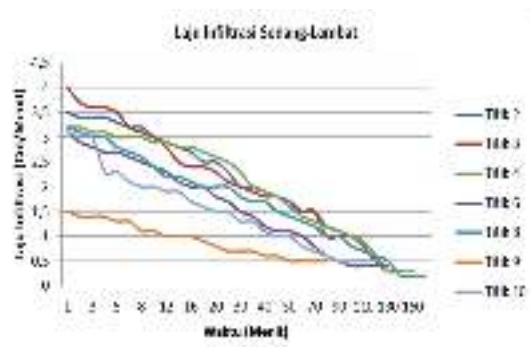
Lokasi	Kadar Air (%)	Porositas (%)	Lokasi	Kadar Air (%)	Porositas (%)
1	35,57	45,56	9	36,72	53,44
2	13,74	30,56	10	30,71	55,59
3	18,62	34,38	11	66,99	50,59
4	14,36	33,34	12	35,51	52,38
5	33,16	51,54	13	30,06	54,09
6	13,04	36,19	14	35,65	52,49
7	26,48	50,03	15	24,55	53,22
8	16,38	37,15			

3.2 Laju Infiltrasi

Dari pengukuran laju infiltrasi pada 15 titik di lapangan didapatkan dua klasifikasi laju infiltrasi berdasarkan klasifikasi laju infiltrasi tanah Kohnke (1968), yaitu klasifikasi lambat (1 – 5 mm/jam) dan sedang-lambat (5 – 20 mm/jam) dapat dilihat seperti pada Gambar 3. Dan Gambar 4.



Gambar 3. Laju Infiltrasi Lambat



Gambar 4 . Laju Infiltrasi Sedang-Lambat

3.3 Analisis Regresi Sederhana

Tabel 3. Analisis Regresi Linier Sederhana Kadar Air Dengan Laju Infiltrasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,731 ^a	,534	,498	3,3558

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error			
1 (Constant)	14,055	2,765		5,082	,000
Kadar Air	-,236	,084	-,281	-2,822	,008

Dari Tabel 3, dengan menggunakan regresi linear sederhana didapat nilai $R^2 = 0,534$ memiliki arti bahwa pengaruh kadar air terhadap variabel laju infiltrasi sebesar 53,4 %, sedangkan sisanya sebesar 46,6% dipengaruhi oleh variabel-variabel lain. Dan diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh kadar air terhadap laju infiltrasi adalah sebesar $0,002 < 0,05$ dan nilai t hitung $-3,860 > t$ tabel 2,2, sehingga dapat dijelaskan variabel kadar air berpengaruh terhadap variabel laju infiltrasi secara negatif, dimana setiap kenaikan nilai kadar air, maka laju infiltrasi akan berkurang.

Tabel 4. Analisis Regresi Linier Sederhana Porositas Dengan Laju Infiltrasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,849 ^a	,721	,700	2,5947

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error			
1 (Constant)	21,298	5,877		3,605	,000
Porositas	-,451	,073	-,640	-6,222	,000

Dari Tabel 4, dengan menggunakan regresi linear sederhana didapat nilai $R^2 = 0,721$ memiliki arti bahwa pengaruh porositas terhadap variabel laju infiltrasi sebesar 72,1 %, sedangkan sisanya sebesar 27,1 % dipengaruhi oleh variabel-variabel lain. Dan diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh porositas terhadap laju infiltrasi adalah sebesar $0,000 < 0,05$ dan nilai t hitung $-5,803 > t$ tabel 2,2, sehingga dapat dijelaskan variabel porositas berpengaruh terhadap variabel laju infiltrasi secara negatif, dimana setiap kenaikan nilai porositas, maka laju infiltrasi akan berkurang.

Tabel 5. Analisis Regresi Linier Sederhana Kandungan Pasir Dengan Laju Infiltrasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,745 ^a	,555	,521	3,2792

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error			
1 (Constant)	-6,552	4,315		-1,512	,091
Kandungan Pasir (%)	-,088	,017	-,501	-5,201	,000

Dari tabel 5, dengan menggunakan regresi linear sederhana didapat nilai $R^2 = 0,521$ memiliki arti bahwa pengaruh kandungan pasir terhadap variabel laju infiltrasi sebesar 52,1 %, sedangkan sisanya sebesar 47,9 % dipengaruhi oleh variabel-variabel lain. Dan diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh kandungan pasir terhadap laju infiltrasi adalah sebesar $0,001 < 0,05$ dan nilai t hitung $4,027 > t$ tabel 2,2, sehingga dapat dijelaskan variabel kandungan pasir berpengaruh terhadap variabel laju infiltrasi secara positif, dimana setiap kenaikan nilai kandungan pasir, maka laju infiltrasi akan bertambah.

3.4 Analisis Regresi Linier Berganda

Tabel 6. Analisis Regresi Linier Berganda Laju Infiltrasi Dengan Sifat Fisik Tanah

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,884 ^a	,781	,722	2,5142

Tabel 7. Anova

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	248,947	3	82,982	13,101	,000
Residual	62,929	11	5,719		
Total	311,876	14			

Dengan menggunakan regresi linear berganda diketahui nilai signifikansi untuk pengaruh kandungan pasir, kadar air, porositas secara simultan terhadap laju infiltrasi adalah sebesar $0,001 < 0,05$ dan nilai F hitung $13,101 > 3,49$ F tabel, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh kandungan pasir, kadar air, porositas secara simultan terhadap laju infiltrasi. Dan didapat nilai $R^2 = 0,781$ memiliki arti bahwa pengaruh kandungan pasir, kadar air, porositas secara simultan terhadap variabel laju infiltrasi sebesar 78,1 %, sedangkan sisanya sebesar 21,9 % dipengaruhi oleh variabel-variabel lain.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil data, analisa data dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa laju infiltrasi di Desa Simpang Selayang memiliki 8 lokasi dengan laju infiltrasi lambat (1 – 5 mm/jam), yaitu lokasi 1, lokasi 5, lokasi 7, lokasi 11, lokasi 12, lokasi 13, lokasi 14, lokasi 15. Lokasi yang termasuk laju infiltrasi sedang - lambat (5 – 20 mm/jam), yaitu lokasi 2, lokasi 3, lokasi 4, lokasi 6, lokasi 8, lokasi 9, lokasi 10. Bagian selatan hingga barat didominasi oleh laju infiltrasi lambat, sedangkan bagian utara hingga timur didominasi oleh laju infiltrasi sedang-lambat. Pada kelas klasifikasi lambat, tekstur pasir berlanau memiliki laju infiltrasi lebih baik dibandingkan tekstur tanah pasir berlempung dan lanau organik. Pada kelas klasifikasi sedang-lambat, tekstur pasir memiliki laju infiltrasi lebih baik dibandingkan pasir berlanau dan pasir berlempung.

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana diperoleh besar pengaruh kadar air terhadap laju infiltrasi sebesar 53,4 %, dengan arah pengaruh yang bersifat secara negatif, dimana setiap

kenaikan nilai kadar air, maka laju infiltrasi akan berkurang. Pengaruh porositas terhadap laju infiltrasi sebesar 72,1 %, dengan arah pengaruh yang bersifat secara negatif, dimana setiap kenaikan nilai porositas, maka laju infiltrasi akan berkurang. Pengaruh kandungan pasir terhadap laju infiltrasi sebesar 52,1 %, dengan arah pengaruh yang bersifat secara positif, dimana setiap kenaikan nilai kandungan pasir, maka laju infiltrasi akan bertambah.

Berdasarkan analisa regresi linear berganda diperoleh nilai $R^2 = 0,781$ memiliki arti bahwa pengaruh kandungan pasir, kadar air, porositas secara simultan terhadap laju infiltrasi sebesar 78,1 %, sedangkan sisanya sebesar 21,9 % dipengaruhi oleh variabel-variabel lain seperti unsur organik, kondisi permukaan tanah, pengolahan tanah, pemadatan tanah, vegetasi dan lain-lain.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk penambahan pengujian parameter-parameter lainnya terhadap laju infrasi dan memperluas wilayah penelitian agar dapat lebih mewakili kondisi lapangan dan untuk menambah atau memperbaiki saluran irigasi atau paritan untuk mencegah terjadinya banjir pada musim hujan terutama didaerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arsyad, Sitanala. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*, dalam <http://eprints.ums.ac.id>, diakses tanggal 15 Februari 2018.
- [2] Bowles, J. 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, dalam <http://eprints.undip.ac.id>, diakses tanggal 26 Februari 2018.
- [3] Buckman, H.O. dan N.C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*, Hal 788, dalam <http://repository.uin-suska.ac.id>, diakses tanggal 3 Januari 2018.
- [4] CD, Soemarto. 1995, *Hidrologi Teknik*, dalam <http://etd.repository.ugm.ac.id>, diakses tanggal 3 April 2018.
- [5] Das, B. M. 1993, *Mekanika Tanah*, (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [6] Das, Braja M. 1995, *Mekanika Tanah Volume 1*, dalam http://eprints.undip.ac.id/33847/12/1797_REFERENCE.pdf, diakses tanggal 24 Januari 2018.
- [7] Foth, H. D. 1998, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, hal 795, dalam <http://eprints.undip.ac.id>, diakses tanggal 20 Maret 2018.
- [8] Gay, L. R. dan Diehl, P. L., 1992, *Research Methods for Business and Management*, dalam <http://etd.repository.ugm.ac.id>, diakses tanggal 12 April 2018.
- [9] Hakim, N, M. Y. Nyakpa, S. G. Nugroho, A. M. Lubis, M. R. Saul, M. A. Diha, G. B. Hong, dan H. H. Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, dalam <http://etd.repository.ugm.ac.id>, diakses tanggal 6 Maret 2018.
- [10] Hardiyatmo, Hary Christady. 1996. *Mekanika Tanah 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [11] Hardjowigeno, H. Sarwono. 1993. *Ilmu Tanah Jakarta*, dalam <http://library.um.ac.id/free-contents/printbook5.html>, diakses tanggal 4 Februari 2018.
- [12] Islami, T. dan W.H. Utomo, 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*, dalam <http://digilib.unila.ac.id>, diakses tanggal 15 Maret 2018.
- [13] Jury, WA, dan Horton, R. 2004. *Soil Physics*, dalam <http://www.scirp.org>, diakses tanggal 5 Januari 2018.
- [14] Kohnke, H. 1968, *Soil Physics*, dalam https://books.google.co.id/books/about/Soil_physics.html. diakses tanggal 14 Januari 2018.
- [15] Subagyo, Pangestu dan Djarwanto. 1996. *Statistik Induktif*, dalam <http://eprints.ums.ac.id>, diakses tanggal 30 Maret 2018.
- [16] Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R*, dalam <http://eprints.ums.ac.id>, diakses tanggal 15 Januari 2018.
- [17] Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, dalam <http://digilib.unila.ac.id>, diakses tanggal 15 Januari 2018.