

## Korelasi Antara Laju Infiltrasi Terhadap Permeabilitas Pada Disposal Tambang Batubara Pt. XXX

Aqilah Rafif Darmawan<sup>1)</sup> and Rr. Dina Asrifah<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta/Jurusan Teknik Lingkungan

<sup>a)</sup>Corresponding author: dina\_asrifah@upnyk.ac.id

<sup>b)</sup> 114190081@student.upnyk.ac.id

### ABSTRAK

Pertambangan yaitu segala atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan serta kegiatan pascatambang. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui korelasi atau hubungan antara laju infiltrasi dengan permeabilitas pada lokasi penelitian area disposal tambang batubara. Metode yang digunakan penelitian ini adalah metode survei pemetaan lapangan, metode grab sampling, metode laboratorium, metode analisis matematis, dan metode korelasi pearson. Hasil penelitian diperoleh nilai dari laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada lokasi penelitian menggunakan metode infiltro cincin ganda sebesar 119,4 mm/jam. Pengujian permeabilitas menggunakan uji laboratorium diperoleh hasil sebesar  $7,60 \times 10^{-9}$  m/s Hasil permeabilitas dan kapasitas infiltrasi dilakukan pendekatan korelasi pearson, diketahui tidak memiliki hubungan atau korelasi antara permeabilitas & kapasitas infiltrasi pada area disposal.

**Kata Kunci:** Laju Infiltrasi; Kapasitas Infiltrasi; Permeabilitas; Korelasi Pearson

### ABSTRACT

*Mining is all or all stages of activities in the context of research, management and exploitation of minerals or coal which includes general investigation, exploration, feasibility studies, construction, mining, processing and refining, transportation and sales and post-mining activities. The research objective is to determine the correlation or relationship between infiltration rate and permeability at the research location of the coal mine disposal area. The methods used in this research are field mapping survey method, grab sampling method, laboratory method, mathematical analysis method, and Pearson correlation method. The results obtained the value of the infiltration rate and infiltration capacity at the research site using the double ring infiltro method amounted to 119.4 mm / hour. Permeability testing using laboratory tests obtained a result of  $7.60 \times 10^{-9}$  m/s The results of permeability and infiltration capacity using the Pearson correlation approach, it is known that there is no relationship or correlation between permeability & infiltration capacity in the disposal area.*

**Keywords:** Infiltration Rate; Infiltration Capacity; Permeability; Pearson Correlation

### PENDAHULUAN

Menurut UU No. 1 Minerba Pertambangan segala atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan serta kegiatan pascatambang. Pertambangan batubara menggunakan cara tambang terbuka meskipun terdapat tambang bawah tanah yang dapat menimbulkan perubahan dari bentang alam, sifat fisik, kimia dan biologis tanah, merusak tata air permukaan dan bawah tanah sehingga ekosistem menjadi terganggu.(Marganingrum, 2010). Disposal merupakan daerah pada suatu operasi tambang terbuka yang dijadikan sebagai tempat pembuangan material kadar rendah atau material bukan bijih. Material tersebut digali dari pit demi memperoleh biji atau material kadar tinggi. Sementara stockpile sendiri yaitu digunakan untuk menampung material yang akan digunakan dalam kurun waktu yang cukup lama seperti tanah penutup atau tanah pucuk yang dapat digunakan sebagai reklamasi (Sunarno, 2008).

Laju infiltrasi merupakan proses masuk atau meresapnya air kedalam tanah baik secara vertical maupun horizontal melalui permukaan tanah atau rekahan-rekahan pada tanah yang dipengaruhi oleh beberapa faktor sifat fisik tanah. Laju infiltrasi ditentukan oleh besarnya kapasitas dari infiltrasi dan laju

penyediaan air selama intensitas hujan lebih kecil dari kapasitas infiltrasi maka laju infiltrasi sama dengan intensitas hujan dan intensitas hujan yang melampaui kapasitas infiltrasi maka terjadi genangan atas permukaan atau lairan permukaan (Yunagardasari, 2017) Laju infiltrasi dipengaruhi oleh faktor meliputi kedalaman genangan dan tebal tipis lapisan jenuh, kelembaban tanah, pemampatan oleh hujan, penyumbatan butri halus dari fisik tanah, tanaman penutup, topografi dan intensitas hujan suatu daerah.(Triatmodjo, 2014). Permeabilitas adalah kualitas tanah untuk meloloskan air atau udara yang diukur berdasarkan besar aliran melalui satuan tanaj yang telah mengalami kondisi jenuh terlebih dahulu dalam persatuan waktu tertentu. Permeabilitas dapat mempengaruhi kesuburan tanah dimana permeabilitas mencakup bagaimana air, bahan organic, bahan mineral, udara dan partikel-partikel yang terbawa Bersama air dan diserap kedalam tanah. (Rohmat, 2009). Koefisien permeabilitas terutama bergantung dari ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi dari distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah, semakin kecil ukuran partikel maka semakin kecil ukuran pori dan semakin rendah koefisien permabilitas.(Maro'ah, 2011)

Tanah memiliki perbedaan permeabilitas antara lapisan atas dengan lapisan bawah. Pada lapisan atas berkisar antara lambat hingga agak cepat (0,20 – 9,46 cm/jam). Sementara lapisan bawah tergolong agak lambat hingga sedang (1,10 – 3,62 cm/jam) (Suharta, 2008). Air hujan yang jatuh dipermukaan tanah Sebagian akan menguap dan sebagian lainnya akan terinfiltrasi dan sisanya menjadi limpasan permukaan. Hujan yang berubah menjadi aliran permukaan disebut dengan hujan efektif atau hujan lebihan (*excess rainfall*). Air hujan yang berubah menjadi aliran permukaan dapat diperkirakan dengan mengurangkan kapasitas infiltrasi terhadap intensitas hujan.(Triatmodjo, 2014). Kesuburan tanah sendiri adalah gambaran mengenai status ketersediaan dari unsur hara dalam tanah secara berimbangan untuk memenuhi kebutuhan pada tanaman. (Pangestu, dkk., 2022)

Kegiatan pertambangan yang dilakukan oleh PT. X salah satunya yaitu penimbunan material Overburden diarea disposal tambang batubara. Karakteristik Material overburden sendiri yaitu berupa material lepas dari hasil *blasting* dimana memiliki kandungan pirit yang jika kontak langsung dengan O<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O membentuk air asam tambang yang berbahaya bagi lingkungan. Untuk mengetahui apakah lokasi penelitian memiliki potensi pembentukan air sama tambang. Maka dilakukan bentuk upaya salah satunya dengan analisis laju infiltrasi dan permeabilitas pada disposal tambang batubara. Berdasarkan hasil pengukuran diketahui laju infiltrasi disposal dilakukan dengan infiltro double ring didapatkan nilai sebesar 119,4 mm/jam Sementara hasil pengukuran permeabilitas pada lokasi penelitian diketahui nilai sebesar  $7,60 \times 10^{-9}$ . Dari hasil tersebut apakah terdapat keterkaitan atau korealasi antara laju infiltrasi dan permeabilitas pada area disposal tambang batubara. Sehingga diperlukan penelitian terkait korelasi antara laju infiltrasi dengan permeabilitas pada area disposal tambang batubara.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif. Metode kuantitatif sendiri adalah metode penelitian yang menggunakan perhitungan statistik dalam mengolah data-data penelitian yang berkaitan dengan angka meliputi metode pengumpulan data dan metode analisis data. Metode pengumpulan data yang dilakukan berupa survei pemetaan lapangan dan pengujian laboratorium. Metode sampling yg dituju yaitu tanah pada disposal tambang batubara menggunakan metode grab sampling. Selanjutnya dilakukan pendekatan metode analisis data dengan analisis matematis serta metode analisis korelasi pearson untuk menentukan hubungan linear antara variable dapat dilihat pada **Tabel 1**. Sebagai berikut.

**Tabel 1.** Pengukuran Infiltro cincin ganda

Jam	t (menit)	Δt (menit)	Δh		Fo		Fc	
			Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar
0	0	10						
0,1667	10	10						
0,3334	20	10						
0,5	30	10						
0,6667	40	10						

Jam	t (menit)	Δt (menit)	Δh		Fo		Fc	
			Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar
0,8333	50	10						
1	60	10						

Sumber : SNI 7752-2012 Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah Dilapangan menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda.

Keterangan :

F0 : Laju Infiltrasi Awal

Fc : Laju Infiltrasi Konstan

Berdasarkan hasil pengujian untuk menentukan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi pada lokasi penelitian disposal tambang batubara menggunakan perhitungan kapasitas infiltrasi metode Horton sebagai berikut:

$$F = F_c + (F_o - F_c) X e^{-Kt} \tag{1}$$

Hasil dari kapasitas infiltrasi digunakan sebagai variable analisis korelasi pearson untuk mengetahui peran laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi terhadap permeabilitas disposal tambang batubara.. Metode sampling dilakukan pada area disposal tambang batubara. Hasil metode sampling kemudian dilakukan pengujian laboratorium untuk menentukan permeabilitas berdasarkan SNI 19-6473-2000 Metode Uji Kelulusan Air Dengan Penurunan Tinggi Tekan Air yang terdapat pada **Tabel 2**. Pengujian Permeabilitas menggunakan TST-55

**Tabel 2.** Pengujian Permeabilitas Menggunakan TST-55

No	Faling Heade	Unit
	Inner Diamter of Buret	Cm
	Area Buret	Cm <sup>2</sup>
	Diamter of Sample	Cm
	High of Sample	Cm
	Area of Sample	Cm <sup>2</sup>
	Volume	Cm <sup>3</sup>
1	Initial of water start (h1)	Cm
2	Final reading (h2)	Cm
3	Final reading (h3)	Cm
4	Time of start (t1)	Second
5	Time of finished (t2)	Second
6	(t2 – t1)	Second
7	Log h1/h3	
8	2,303 x a x L	
9	A x (t2 – t1)	
10	$K = (a \times L \times 2,303) / A \times (t_2 - t_1) \times \log \frac{h_1}{h_2}$	
	Rata-rata Permeabilitas	m/s

Sumber : Laboratorium Geotech and Hydrogeology Department PT. XXX

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Laju infiltrasi dan Kapasitas Infiltrasi Pada Area Disposal Tambang Batubara

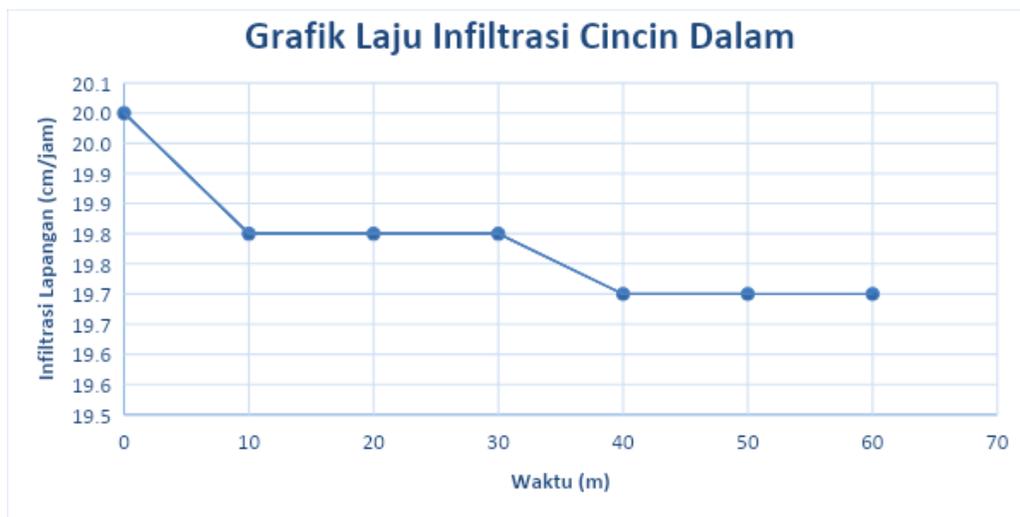
Pengujian laju infiltrasi berada pada area disposal tambang batubara. Pengujian dilakukan pada area disposal selama 1 jam dengan 1 titik yang memiliki potensi area pembentuk air asam tambang menggunakan cincin ganda infiltro dengan air sebanyak 20 liter sebagai indikator. Berdasarkan hasil pengukuran laju infiltrasi saling berkaitan dan mempengaruhi nilai kapasitas infiltrasi.. Bedasrkan SNI 7752 – 2012 nilai laju infiltrasi dalam harus lebih rendah ketimbang nilai laju infiltrasi luar untuk menentukan nilai kapasitas infiltrasi. Bedasarkan hasil pengujian infiltro cincin ganda diperoleh nilai

kapasitas infiltrasi sebesar 119,4 mm/jam. Hasil perhitungan laju infiltrasi kemudian dilampirkan dalam bentuk **Gambar 1.** dan **Gambar 2.** Laju Infiltrasi Pada Disposal Tambang Batubara

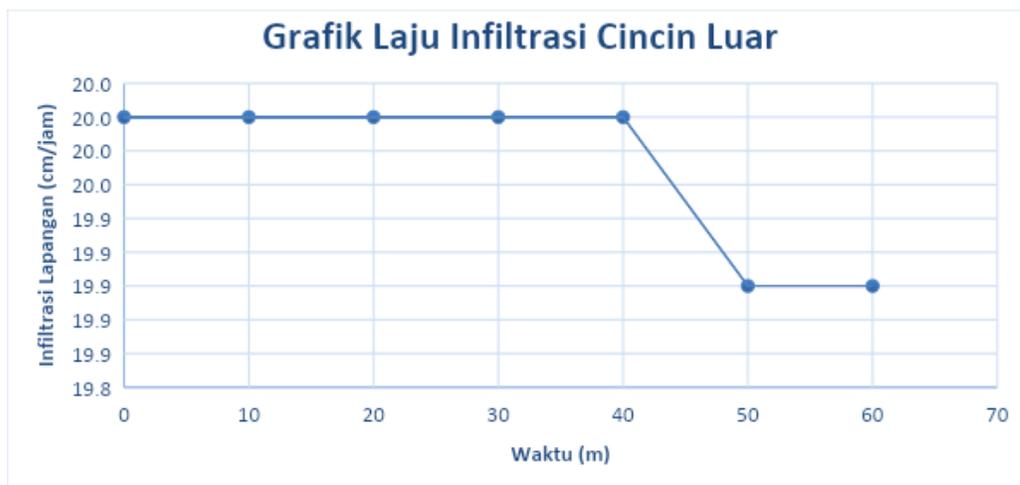
**Table 3.** Pengujian Infiltro Cincin Ganda Disposal Tambang Batubara

Jam	t (menit)	$\Delta t$ (menit)	$\Delta h$ (cm)		Fo		Fc	
			Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar
0	0	10	20	20	120	120	118,2	119,4
0,1667	10	10	19,8	20	118,8	120	118,2	119,4
0,3334	20	10	19,8	20	118,8	120	118,2	119,4
0,5	30	10	19,8	20	118,8	120	118,2	119,4
0,6667	40	10	19,7	20	118,2	120	118,2	119,4
0,8333	50	10	19,7	19,9	118,2	119,4	118,2	119,4
1	60	10	19,7	19,9	118,2	119,4	118,2	119,4

Sumber : Penulis (2023)



**Gambar 1.** Grafik Laju Infiltrasi Cincin Dalam Disposal Tambang Batubara  
Sumber: Penulis, (2023)



**Gambar 2** Grafik Laju Infiltrasi Cincin Luar Disposal Tambang Batubara  
Sumber : Penulis, (2023)

## 2. Permeabilitas Pada Area Disposal Tambang Batubara

Pengujian Permeabilitas dengan mengambil sampel tanah disposal kemudian dilakukan pengujian laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan pada titik yang sama dengan pengujian laju infiltrasi sebanyak 1 sampel. Pengujian sampel dilakukan sebanyak satu kali sesuai dengan ketentuan dari laboratorium beserta SNI 19-6473-2000 menggunakan alat TST-55. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium diketahui permeabilitas pada area disposal diperoleh nilai sebesar  $7,60 \times 10^{-9}$ . Menurut Hardiyatmo (1992) hasil pengujian permeabilitas termasuk kedalam kelas *impervious water* (rapat air) dan didominasi oleh jenis tanah lempung.

**Tabel 3.** Pengujian Permeabilitas Laboratorium Sampel Disposal Tambang Batubara

No	Faling Heade	Unit	Specimen	
	Inner Diamter of Buret	Cm	0,95	0,95
	Area Buret	Cm <sup>2</sup>	0,7091071	0,7091071
	Diamter of Sample	Cm	15,2	15,2
	High of Sample	Cm	8,85	8,85
	Area of Sample	Cm <sup>2</sup>	181,53	181,53
	Volume	Cm <sup>3</sup>	1606,55	1606,55
	1	Initial of water start (h1)	Cm	100
2	Final reading (h2)	Cm	80	80
3	Final reading (h3)	Cm	64	64
4	Time of start (t1)	Second	0	0
5	Time of finished (t2)	Second	1939,36	2126,64
6	(t2 – t1)	Second	1939,36	2126,64
7	Log h1/h3		0,194	0,194
8	2,303 x a x L		14,453	14,453
9	A x (t2 – t1)		352054,79	386052
10	$K = (a \times L \times 2,303) / A \times (t_2 - t_1) \times \log \frac{h_1}{h_2}$		$7,95 \times 10^{-9}$	$7,25 \times 10^{-9}$
Rata-rata permeabilitas		m/s	$7,60 \times 10^{-9}$	

Sumber : Penulis, (2023)

## 3. Hubungan Antara Laju Infiltrasi, Kapasitas Infiltrasi terhadap Permeabilitas

Hasil dari pengujian laju infiltrasi, kapasitas infiltrasi pada disposal tambang batubara dan uji laboratorium pengujian permeabilitas yang telah diketahui dilakukan pendekatan metode analisis korelasi pearson. Metode analisis korelasi pearson ini digunakan sebagai penghubung keterkaitan antara variable dari laju infiltrasi & kapasitas infiltrasi dengan permeabilitas apakah memiliki hubungan atau tidak. Menurut Ichsan (2022) dasar untuk melakukan perhitungan korelasi pearson memiliki signifikansi. Jika signifikansi diperoleh nilai  $< 0,05$  maka dianggap memiliki korelasi/berhubungan. Jika nilai signifikansi  $> 0,05$  maka tidak memiliki korelasi/tidak berhubungan.

**Correlations**

		Permeabilitas	Kapasitas Infiltrasi
Permeabilitas	Pearson Correlation	1	.245
	Sig. (2-tailed)		.597
	N	7	7
Kapasitas Infiltrasi	Pearson Correlation	.245	1
	Sig. (2-tailed)	.597	
	N	7	7

**Gambar 3.** Hasil Analisis Korelasi Pearson Kapasitas Infiltrasi dengan Permeabilitas

Sumber : Penulis, (2023)

Bedasarkan hasil pendekatan analisis korelasi pearson diketahui nilai signifikansi permeabilitas dan kapasitas infiltrasi sebesar  $> 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa antara permeabilitas dan kapasitas infiltrasi tidak memiliki korelasi atau hubungan satu sama lain. Hasil dari pendekatan ini dilakukan juga analisis dan *crosscheck* secara langsung pada lokasi penelitian. Diketahui pada area disposal didominasi oleh tanah lempung. Tanah lempung sendiri memiliki karakteristik permeabilitas yang rendah, porositas yang rendah. Selain itu, tanah lempung juga memiliki karakteristik bersifat plastis, ukuran butir sebesar 0,002 mm dan sifatnya ukuran butir tersebut sangat halus. Tanah lempung yang memiliki permeabilitas rendah menyebabkan laju infiltrasi menjadi sangat lambat sehingga membuat air menjadi terperangkap dipermukaan tanah membentuk genangan pada elevasi yang lebih rendah (*run off*) sehingga potensi erosi dapat terjadi suatu waktu (Maro'ah, 2011).

## KESIMPULAN

Pengujian laju infiltrasi pada area disposal tambang batubara menggunakan infiltro cincin ganda berdasarkan pada SNI SNI 7752 : 2012 Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah Dilapangan menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda selama 60 menit. Hasil dari pengukuran laju infiltrasi diperoleh kapasitas infiltrasi. Bedasarkan hasil pengujian tersebut diperoleh nilai kapasitas infiltrasi pada disposal tambang batubara sebesar 119,4 mm/jam. Pengujian Permeabilitas dengan mengambil sampel tanah pada disposal tambang batubara dan dilakukan pengujian laboratorium berdasarkan SNI SNI 19-6473-2000 Metode Uji Kelulusan Air Dengan Penurunan Tinggi Tekan Air. Berdasarkan pengujian tersebut diperoleh nilai permeabilitas sebesar  $7,60 \times 10^{-9}$  m/s dimana termasuk kedalam *impervious water* (Kedap air). Setelah diketahui variable kapasitas infiltrasi dan permeabilitas dilakukan pendekatan metode analisis korelasi pearson. Hasil pendekatan korelasi pearson menunjukkan bahwa tidak ada hubungan atau korelasi antara permeabilitas dengan kapasitas infiltrasi pada disposal tambagn batubara. Hasil tersebut dilakukan analisis dan *crosscheck* secara langsung yang menunjukkan bahwa area disposal tambang batubara didominasi oleh tanah lempung yang memiliki karakteristik permeabilitas rendah, porositas rendah, bersifat plastis dengan ukuran butir sebesar 0,002 mm yang bersifat sangat halus.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta dan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H., C. 1992. *Mekanika Tanah I*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- Ichsan, A. S. 2022. *Evaluasi Operasi Kolam Pengolahan Air Asam Tambang dengan Model Labirin terhadap Penurunan pH, TSS, Fe, Mn di Area PIT B B engalon 169 Coal Project PT Darma*

- Henwa Tbk, Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. Skripsi Teknik Lingkungan. UPN Veteran Yogyakarta*
- Marganingrum, D., & Noviardi, R. 2010. Pencemaran Air Dan Tanah Di Kawasan Pertambangan Batubara DI PT. Berau Coal Kalimantan Timur. *Riset Geologi dan Pertambangan Vol. 20, No.1, 11 – 20*
- Maro'ah, S., 2011. *Kajian Laju Infiltrasi Dan Permeabilitas Tanah Pada Beberapa Model Tanaman. Skripsi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta*
- Pangestu, A.I., Anasstasia, T.T., & Prasetya, J.D. 2022. Kajian Pengaruh Pemanfaatan Material Limbah Abu Batubara dari PLTU. *Jurnal Teknik Lingkungan Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Ke-IV*
- Rohmat, D., 2009. Tipikal Kapasitas Infiltrasi Menurut Karakteristik Lahan (Kajian Empirik di DAS Cimanuk Bagian hulu). *Jurnal Forum Geologi Vol. 23, No. 1 Hal. 41 – 56*
- SNI 19-6473-2000 Metode Uji Kelulusan Air Dengan Penurunan Tinggi Tekan Air
- SNI 7752 : 2012 Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah Dilapangan menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda
- Suharta, N. & B.H. Prasetyo. 2008. Susunan Mineral dan Sifat Fisik – kimia tanah bervegetasi hutan dari batuan sedimen masam di Provinsi Riau. *Jurnal Tanah dan Iklim Vol. 28 Hal : 1 – 14*
- Sunarno, P. 2008. *Standard Job Procedure Perencanaan dan Pelaksanaan Disposal Mining Department. Sorowako. PT. Inco Tbk*
- Triatmodjo, B. 2014. *Hidrologi Terapan. Yogyakarta : Beta Offset*
- Yunagardasari C., Paloloang A. K., Monde A., 2017. Model Infiltrasi Pada Berbagai Penggunaan Lahan Desa Tulo Kecamatan Dolo Kabupaten SIGI. *Jurnal Agroteknis Vol. 5, No. 3 Hal : 315 – 323 ISSN : 2338-3011*