

## **Analisis Nilai Laju Erosi dengan Menggunakan Metode Petak Kecil Pada Lahan Reklamasi di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur (Studi Kasus PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project)**

**Laura Calista Prameswari Wijanarko<sup>1)</sup>, Aditya Pandu Wicaksono<sup>2a)</sup>, Muammar Gomareuzzaman<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral,  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jl. Padjajaran, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

<sup>a)</sup>Corresponding author: [aditya.wicaksono@upnyk.ac.id](mailto:aditya.wicaksono@upnyk.ac.id)

### **ABSTRAK**

Kegiatan pertambangan yang ada di Indonesia umumnya dilakukan dengan menggunakan metode penambangan terbuka dan menyebabkan terjadinya kerusakan lahan seperti terbukanya kawasan hutan, tingginya laju erosi, dan terjadinya sedimentasi. Maka PT. Darma Henwa melakukan upaya kegiatan reklamasi lahan pasca tambang serta penelitian pengukuran laju erosi dilakukan di lahan reklamasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan. Tujuan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu untuk menghitung nilai laju erosi di area reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa. Pengambilan sampel erosi dilakukan dengan metode petak kecil berukuran 9 m x 2 m dan dilakukan sebanyak 30 kali setiap kali kejadian hujan mulai dari tanggal 07 Januari 2022 – 02 Maret 2022. Parameter yang diambil yaitu aliran permukaan limpasan, konsentrasi sedimen. Metode penentuan pemasangan petak erosi dilakukan dengan metode *purposive sampling* dengan melihat perbedaan kemiringan lereng yang relatif sama dan perbedaan umur lahan reklamasi dan akan dilakukan analisis sampel metode matematis dan laboratorium. Hasil dan kesimpulan dari penelitian ini adalah erosi di lahan reklamasi 3 bulan sebesar 288.10 ton/ha/tahun dan tekstur tanah berupa lempung dan aliran permukaan yang terjadi sangat tinggi, pada lahan reklamasi 6 bulan hasil erosi yang terjadi 180.37 ton/ha/tahun dan tekstur tanah berupa lempung berpasir dan aliran permukaan yang terjadi lebih rendah apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan, dan pada lahan reklamasi 12 bulan hasil erosi yang dihasilkan sebesar 104.88 ton/ha/tahun dan tekstur tanah berupa lempung berliat dan aliran permukaan yang terjadi sangat rendah apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan.

**Kata Kunci:** Erosi, Petak Kecil, Reklamasi

### **ABSTRACT**

*Mining activities in Indonesia are generally carried out using the open pit mining method and cause land damage such as opening of forest areas, high rates of erosion, and sedimentation. Then PT. Darma Henwa conducts post-mining land reclamation activities as well as research on erosion rate measurements carried out on reclamation land for 3 months, 6 months and 12 months. The purpose of this study was to calculate the erosion rate in the reclamation area at 3 months, 6 months and 12 months at PT. Dharma Henwa. Erosion sampling was carried out using the small plot method measuring 9 m x 2 m and was carried out 30 times for each rain event starting from 07 January 2022 – 02 March 2022. The parameters taken were surface runoff, sediment concentration. The method of determining the installation of erosion plots was carried out using a purposive sampling method by looking at the differences in slopes that are relatively the same and the differences in the age of the reclamation land and will be analyzed using mathematical and laboratory methods. The results and conclusions of this study are erosion on the 3 month reclamation land of 288.10 tons/ha/year and the soil texture is clay and runoff that occurs is very high, on the 6 month reclamation land the erosion results are 180.37 tons/ha/year and the texture the soil is in the form of sandy loam and the runoff that occurs is lower when compared to the 3-month reclamation land, and in the 12-month reclamation land the resulting erosion is 104.88 tons/ha/year and the soil texture is in the form of clayey loam and the runoff that occurs is very low when compared to land reclamation 3 months and 6 months.*

**Keywords:** Erosion, Erosion Plot, Reclamation

## PENDAHULUAN

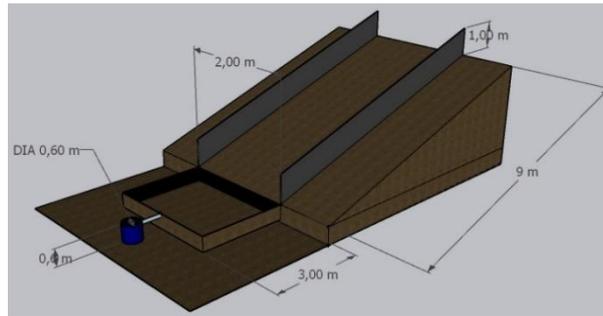
Pertambangan di Indonesia pada umumnya menerapkan metode penambangan terbuka (*Open pit mining*) namun metode ini akan menyebabkan terjadinya kerusakan lahan seperti perubahan topografi, terbukanya kawasan hutan, pencemaran limbah tambang, serta penurunan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah (Sofyan *et al*, 2017). Dampak kerusakan lahan yang ditimbulkan akibat aktivitas pertambangan seperti tingginya tingkat laju erosi, terjadinya sedimentasi, serta terjadinya gerakan tanah atau longsoran. Erosi dapat menyebabkan lapisan atas tanah yang subur dan baik menjadi hilang, padahal lapisan tanah atas merupakan sebagai media pertumbuhan tanaman serta kemampuan tanah untuk menyerap serta menahan air apabila tanah telah melewati titik jenuh, maka akan menjadi aliran permukaan (Rayyandini *et al*, 2017). Jumlah aliran permukaan dinyatakan dalam jumlah air yang mengalir di permukaan tanah untuk suatu masa hujan atau masa tertentu dengan satuan tinggi kolom air (cm) serta volume air (m<sup>3</sup>) (Arsyad, 2010). Sedimentasi merupakan proses terjadinya suatu pengendapan material yang terbawa oleh aliran dari bagian hulu akibat hasil dari proses erosi yang terjadi. Sedimen dapat terletak di mana saja pada suatu aliran. Hal ini bergantung pada proses keseimbangan antara kecepatan ke atas pada partikel serta kecepatan dari pengendapan partikel tersebut (Andayono & Juliafad, 2019). Tanah yang mengalami erosi, produktivitasnya akan mengalami suatu penurunan dan akan menjadi tanah yang kurang subur dan apabila tidak ada upaya konservasi dan pengelolaan tanaman menyebabkan lahan berubah menjadi lahan kritis (Wicaksono, 2013).

PT. Darma Henwa merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang terus melakukan upaya – upaya untuk mencegah serta mengurangi dampak lingkungan yang terjadi akibat kegiatan pertambangan yang berlangsung yaitu dengan kegiatan reklamasi lahan pasca tambang guna meminimalisir kerusakan lahan yang terjadi serta lahan bekas tambang batubara juga diupayakan agar dikembalikan sesuai dengan peruntukannya yaitu sebagai hutan. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menghitung nilai laju erosi di area reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kerusakan lahan yang diakibatkan oleh erosi dengan kualitas pertumbuhan tanaman yang umurnya berbeda serta kondisi stabilisasi lahan reklamasi.

## METODE

### Pengambilan Data

Metode pengambilan data meliputi survey dan pemetaan, metode petak kecil erosi, serta perusahaan. Survey dan pemetaan merupakan metode untuk memperoleh data lapangan dengan melakukan pengamatan, pengukuran, dan pencatatan secara sistematis di daerah penelitian. Metode petak kecil erosi menurut Perangin – Angin (2017) merupakan metode yang digunakan dalam melakukan pengukuran laju erosi dengan menentukan area lahan reklamasi pada umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan berukuran 9 m x 2 m. Pengambilan data dari metode petak kecil ini berupa sedimentasi dan volume aliran yang tertampung di dalam suatu wadah pada tiap kali kejadian hujan. Berikut merupakan desain petak kecil erosi yang digunakan dalam penelitian ini, dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan menggunakan jenis data sekunder dan data primer. Data sekunder yang diberikan yaitu data curah hujan, foto udara, jenis tanah, satuan batuan dari pihak instansi terkait.



Gambar 1. Petak Kecil Erosi

### Metode Pengolahan Data

Data primer yang didapatkan dari lapangan akan diolah yaitu dengan menggunakan uji laboratorium untuk pengukuran berat basah tanah beserta berat kering tanah dan akan diketahui besaran konsentrasi sedimen per setiap kali kejadian hujan selama 30 kali kejadian hujan dari tanggal 07 Januari 2022 – 02 Maret 2022. Data sekunder berupa foto udara akan diolah menggunakan aplikasi ArcGIS untuk mengolah data menjadi data peta yang akan menjadi pedoman dalam mengidentifikasi dampak yang terjadi dengan kondisi eksisting.

### Metode Matematis dan Grafis

Metode grafis merupakan salah satu metode yang ada pada program linear untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang mengandung dua peubah/ variabel. Keterbatasan metode grafis bahwa hanya tersedia dua sumbu ordinat, sehingga tidak bisa digunakan untuk menyelesaikan kasus yang lebih dari dua variabel keputusan (Akbar, 2022). Data yang didapat dari lapangan nantinya akan diolah dengan menggunakan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai laju erosi yakni:

$$\text{Erosi (Ton/Ha/Tahun)} = \text{Erosi (ton/ha)} \times \frac{\text{Jumlah CH 1 Tahun (mm)}}{\text{Jumlah CH selama penelitian (mm)}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai Laju Erosi di Lahan Reklamasi 3 Bulan

Hasil perhitungan laju erosi yang dilakukan pada lahan reklamasi yang didapatkan dari data pengukuran secara langsung dengan metode petak di lapangan dan dari data uji laboratorium. Selain pengambilan sampel erosi, dilakukan juga pengambilan sampel tanah untuk mengetahui tekstur tanah serta penyebaran partikel *clay*, *silt*, dan *sand* agar mengetahui secara detail penyebaran partikel dari tiap umur lahan reklamasi. Hasil dari perhitungan dan analisis data yang telah didapatkan dari metode petak kecil erosi selama 30 kali pengambilan data diperoleh nilai laju erosi yang terjadi pada lahan reklamasi 3 bulan sebesar 288,10 ton/ha/tahun dan menjadi hasil erosi yang paling besar dibandingkan dengan lahan reklamasi 6 bulan dan 12 bulan. Hal ini sesuai dengan teori yang ditulis oleh Sutedjo dan Kartasapoetra, 2002 dalam Tumangkeng, 2021 yang mengatakan bahwa Curah hujan adalah salah satu unsur iklim yang besar perannya terhadap terjadinya longsor dan erosi. Tekstur tanah yang terdapat di lahan reklamasi umur 3 bulan berupa lempung yang apabila tanah dalam kondisi yang kering maka kekuatan dari tanah pada lahan akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Kondisi lapangan pada lahan reklamasi 3 bulan dapat dilihat pada **Gambar 2** yaitu bahwa terjadinya erosi alur pada lahan reklamasi umur 3 bulan dengan kondisi di sekitarnya terdapat vegetasi namun masih sangat sedikit sekali dan kemiringan lereng pada lahan reklamasi umur 3 bulan yaitu 13°.



**Gambar 2.** Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 3 Bulan  
a. Lereng di Lahan Reklamasi 3 Bulan dengan Kemiringan Lereng 13°  
b. Erosi Alur Pada Lereng dengan Dimensi Lebar 28 cm dan Kedalaman 12 cm  
c.

### Nilai Laju Erosi di Lahan Reklamasi 6 Bulan

Lahan reklamasi umur 6 bulan setelah dilakukan perhitungan dan analisis data, diperoleh nilai laju erosi sebesar 180,37 ton/ha/tahun dan menjadi hasil erosi yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan. Hal ini dikarenakan telah cukup banyak vegetasi yang tumbuh pada daerah penelitian. Tekstur tanah yang terdapat di lahan reklamasi umur 6 bulan berupa lempung berpasir di mana sifat tanah yang mempunyai kandungan pasir yang tinggi mempunyai sifat yang mudah dalam meloloskan air serta sifat fisik dari tanah lempung berpasir yakni terasa licin namun agak kasar apabila digesekkan dengan permukaan telapak tangan, dapat dibentuk menjadi bola, sukar dipijit apabila dalam keadaan kering namun apabila digulung akan sangat melekat. Hal ini sesuai dengan teori dari Narka, 2006 dalam Soniari, 2016 bahwa tekstur tanah lempung berpasir akan menyebabkan permeabilitas tanah menjadi cepat, aliran permukaan rendah sehingga tidak cukup energi untuk mengangkut pasir kasar. Semakin cepat permeabilitas tanah maka aliran permukaan (*run off*) akan semakin kecil. Kondisi lapangan pada lahan reklamasi 6 bulan dapat dilihat pada **Gambar 3** yaitu bahwa terjadinya erosi alur pada lahan reklamasi umur 6 bulan dengan kondisi di sekitarnya terdapat vegetasi namun sudah terlihat lebih banyak dibandingkan lahan reklamasi yang umur 3 bulan dan kemiringan lereng pada lahan reklamasi umur 6 bulan yaitu 15°.



**Gambar 3.** Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 6 Bulan  
a. Lereng di Lahan Reklamasi 6 Bulan dengan Kemiringan Lereng 15°  
b. Erosi Alur pada Lereng dengan Dimensi Lebar 36 cm dan Kedalaman 17 cm

### Nilai Laju Erosi di Lahan Reklamasi 12 Bulan

Hasil dari perhitungan dan analisis data yang telah didapatkan dari metode petak kecil erosi selama 30 kali pengambilan data pada lahan reklamasi 12 bulan diperoleh nilai laju erosi yang terjadi sebesar 104,88 ton/ha/tahun dan menjadi hasil erosi paling kecil apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan lahan reklamasi 6 bulan. Hal ini dikarenakan telah sangat banyaknya terdapat vegetasi yang tumbuh pada daerah penelitian. Tekstur tanah yang terdapat di lahan reklamasi umur 12 bulan berupa lempung berliat serta sifat fisik dari tanah lempung berliat yakni terasa agak kasar ketika digesekkan dengan permukaan telapak tangan, dapat dibentuk menjadi bola yang agak teguh serta dapat membentuk gulungan ketika dipijit serta penyebaran fraksi partikel yang terdapat di lahan reklamasi 12 bulan didominasi oleh lempung dan tanah yang baik dilihat dari komponen yang ideal dan memiliki ketersediaan yang optimum bagi tanaman. Hal ini sesuai dengan teori dari Hardjowigeno, 2007 dalam Syofiani, 2020 apabila tanah didominasi oleh fraksi liat maka akan mempersulit akar tanaman untuk berpenetrasi tetapi tanah semakin tidak porus. Kondisi lapangan pada lahan reklamasi 12 bulan dapat dilihat pada **Gambar 4** yaitu bahwa terjadinya erosi alur pada lahan reklamasi umur 12 bulan dengan kondisi di sekitarnya terdapat sangat banyak vegetasi yang tumbuh dibandingkan lahan reklamasi yang umur 3 bulan dan 6 bulan serta kemiringan lereng pada lahan reklamasi umur 12 bulan yaitu 10°.

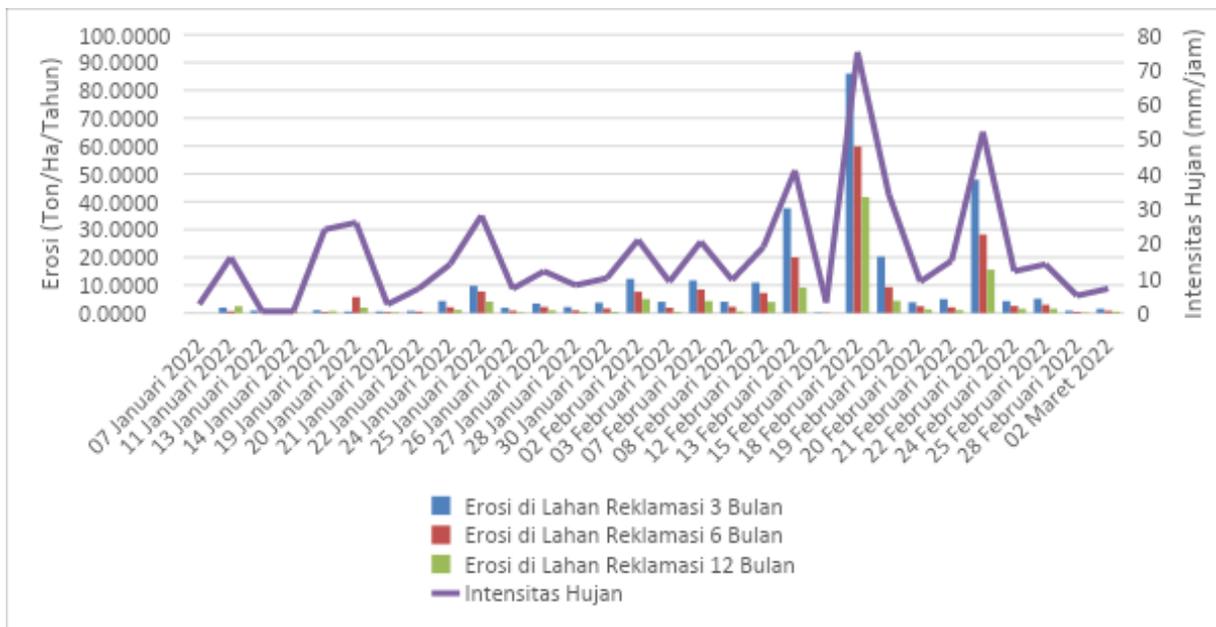


**Gambar 4.** Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 12 Bulan  
a. Lereng di Lahan Reklamasi 12 Bulan dengan Kemiringan Lereng 10°  
b. Erosi Alur pada Lereng dengan Dimensi Lebar 40 cm dan Kedalaman 26 cm

Perbandingan besaran nilai erosi dapat dilihat pada **Gambar 5** yang menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara ketiganya. Pada saat kejadian hujan di tanggal 07 Januari 2022, terlihat bahwa intensitas hujan yang turun cukup tinggi namun erosi yang terjadi rendah. Hal ini dikarenakan tekstur tanah dari masing – masing ketiga lahan tersebut berbeda. Pada lahan reklamasi 3 bulan, tekstur tanah berupa lempung dengan karakteristik sifat fisik tanah dari liat yang apabila tekstur liat dalam kondisi yang kering maka kekuatan dari tanah pada lahan tersebut akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Hal ini dapat terjadi karena tanah liat memiliki sifat yang mana pada saat tanah kering maka tanah liat pun juga akan menyusut sehingga tanah tersebut menjadi mengeras dan apabila dalam kondisi lembab atau basah maka tanah liat akan mengembang dan bersifat plastis. Hasil analisis tekstur tanah pada lahan reklamasi 6 bulan yaitu berupa liat berpasir. Tanah yang lebih didominasi oleh fraksi pasir akan memudahkan akar tanaman untuk berpenetrasi namun tanah menjadi lebih berporositas dalam memudahkan untuk meloloskan air serta memiliki ketersediaan unsur hara yang rendah. Tekstur tanah dari lahan reklamasi 12 bulan yaitu berupa lempung berliat yang mampu menyimpan nutrisi yang lebih baik. Hal ini didukung dengan umur lahan reklamasi 12 bulan memiliki vegetasi yang sudah cukup besar sehingga lempung dianggap sebagai tanah yang memiliki bahan organik yang tinggi dan optimal bagi pertumbuhan pohon karena kapasitas tanah mampu menahan air dan unsur hara lebih baik. Kejadian hujan pada tanggal 15 Februari 2022 terlihat sangat kecil dan hasil erosinya juga

terlihat rendah. Namun pada saat tanggal 18 Februari 2022 merupakan puncak kejadian hujan terlihat sangat tinggi yaitu 75 mm dan hasil erosi yang dihasilkan juga sangat tinggi. Hal ini terjadi dikarenakan tanah yang terkena hujan telah sangat jenuh dari hasil kejadian hujan yang sebelumnya sehingga pada saat kejadian hujan dengan intensitas yang sangat tinggi, hasil erosinya pun juga sangat tinggi.

Kejadian turunnya curah hujan sangat signifikan dengan hasil erosi yang terjadi dan didominasi pada saat intensitas tinggi maka erosi yang dihasilkan pun juga tinggi. Begitu juga dengan sebaliknya. Periode terjadinya turun hujan tidak sewaktu – waktu turun setiap harinya, sehingga sangat mempengaruhi hasil erosi yang terjadi dengan intensitas hujan yang terkadang sangat tinggi kemudian menjadi lebih kecil. Kondisi cuaca di daerah pertambangan apabila tidak adanya curah hujan yaitu sangat panas dan kering yang dapat menyebabkan tanah dapat kembali kering dengan sangat cepat. Namun jika dilihat dari grafik, erosi yang paling tinggi selalu didominasi oleh erosi dengan lahan reklamasi 3 bulan, kemudian diikuti dengan lahan reklamasi 6 bulan, dan untuk erosi yang paling rendah selalu didominasi oleh erosi dengan lahan reklamasi 12 bulan. Hal ini juga didukung dengan sifat dari tekstur tanah masing – masing lahan reklamasi. Grafik yang dilampirkan di bawah ini, dapat diketahui bahwa sebagian besar nilai laju aliran permukaan didominasi oleh lahan reklamasi dengan umur 3 bulan, lalu diikuti dengan 6 bulan dan 12 bulan. Namun pada kejadian hujan di tanggal 22 Januari 2022, terlihat bahwa aliran permukaan pada lahan reklamasi 6 bulan lebih tinggi dibandingkan pada lahan reklamasi 3 bulan dan 12 bulan. Hal ini dikarenakan pada suatu kejadian, faktor kemiringan lereng juga berpengaruh terhadap besarnya aliran permukaan serta tekstur tanah juga mempengaruhi akan hal tersebut mengingat pada lahan reklamasi 6 bulan penyebaran fraksi partikel yang lebih banyak yaitu pasir di mana sifat fisik tekstur tanah pasir lebih mudah dalam meloloskan air serta memiliki kandungan bahan organik rendah sehingga tanah lebih mudah tererosi karena tidak adanya unsur pengikat ataupun penahan partikel tanah Berikut sajian grafik nilai erosi yang telah diperoleh:



**Gambar 5.** Grafik Perbandingan Intensitas Hujan terhadap Hasil Erosi dengan Metode Petak

## KESIMPULAN

Adapun hasil kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Nilai laju erosi pada lahan reklamasi umur 3 bulan diperoleh sebesar 288,10 ton/ha/tahun dan tekstur tanah berupa lempung dan aliran permukaan yang terjadi sangat tinggi.

2. Nilai laju erosi pada lahan reklamasi umur 6 bulan diperoleh sebesar 180,37 ton/ha/tahun dan tekstur tanah berupa lempung berpasir dan aliran permukaan yang terjadi lebih rendah apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan.
3. Nilai laju erosi pada lahan reklamasi umur 12 bulan diperoleh sebesar 104,88 ton/ha/tahun dan tekstur tanah berupa lempung berliat dan aliran permukaan yang terjadi sangat rendah apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta serta kepada PT. Darma Henwa Bangalon Coal Project atas diberikannya kesempatan untuk melakukan program magang sehingga mendapatkan pengalaman yang berharga serta pihak – pihak yang terkait yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Y. R. (2022). Optimasi Produksi Pada Industri Kecil Dan Menengah Karya Unisi Dengan Penerapan Model Linear Programming. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(8), 2883-2892.
- Andayono, T., & Juliafad, E. (2019). Karakteristik Batu Bata Campuran Hasil Sedimentasi Penambangan Batu Gamping Area 412, 3 Ha Bukit Tajarang. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 19(1), 105-112.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Perangin-Angin, M. (2017). Penentuan Laju Erosi pada Tanah Andepts Menggunakan Tanaman Kedelai dan Teras Bangku Tipe Inward dengan Metode USLE dan Petak Kecil di Lahan Kwala Bekala Universitas Sumatera Utara.
- Rayyandini, K., Banuwa, I. S., & Afandi, A. (2017). Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Herbisida Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi pada Fase Generatif Pertanaman Singkong (Manihot utilissima) Musim Tanam Ke-2. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(1).
- Safitri, W. R. (2016). Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue dengan Kepadatan Penduduk di Kota Surabaya Pada Tahun 2012-2014: Pearson Correlation Analysis to Determine The Relationship Between City Population Density with Incident Dengue Fever of Surabaya in The Year 2012-2014. *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing)*, 2(2), 21-29.
- Sholikhah, A. (2016). Statistik deskriptif dalam penelitian kualitatif. *KOMUNIKA: Jurnal Dakwah Dan Komunikasi*, 10(2), 342-362.
- Sofyan, R. H., Wahjunie, E. D., & Hidayat, Y. (2017). Karakterisasi fisik dan kelembaban tanah pada Berbagai Umur Reklamasi Lahan Bekas Tambang. *Buletin Tanah Dan Lahan*, 1(1), 72-78.
- Soniari, I. N. N. (2016). Korelasi fraksi partikel tanah dengan kadar air tanah, erodibilitas tanah dan kapasitas tukar kation tanah pada beberapa contoh tanah di Bali. Universitas Udayana.
- Syofiani, R., Putri, S. D., & Karjunita, N. (2020). Karakteristik sifat tanah sebagai faktor penentu potensi Pertanian Di Nagari Silokek Kawasan Geopark Nasional. *Jurnal Agrium*, 17(1).
- Tumangkeng, T. G., Ch, V. R., & Mawara, J. M. (2021, March). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Erosi Pada Tanah Tanpa Mulsa Dan Diberi Mulsa. In *Cocos (Vol. 3, No. 3)*.
- Wicaksono, A. (2013, September). Potensi Degradasi Lahan Kawasan Karst Di Das Oyo. In *Prosiding Seminar Nasional Kebumian*, 2013.