

Pengaruh Kemiringan Lereng terhadap Nilai Laju Erosi di PT Darma Henwa Bengalon Coal Project

Roseva Rahmawati Maha¹⁾, Aditya Pandu Wicaksono^{2a)}, Nandra Eko Nugroho³⁾, Herwin Lukito⁴⁾,
Suharwanto⁵⁾

^{1,2,3,4,5)}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral,
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
JL. Padjajaran, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

^{a)}Corresponding author: aditya.wicaksono@upnyk.ac.id

ABSTRAK

PT Darma Henwa melakukan kegiatan reklamasi pada lahan bekas tambang sebagai salah satu penanggulangannya, namun tidak menutup kemungkinan tetap terjadi erosi pada lahan reklamasi. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui besar laju erosi berdasarkan kemiringan lereng datar, miring, dan curam, mengetahui faktor pengaruh dari curah hujan dan vegetasi terhadap erosi. Metode untuk penentuan titik pengukuran erosi dan pengambilan sampel tanah adalah *purposive sampling*. Pengukuran erosi menggunakan metode tongkat dengan menghitung penurunan tanah pada tongkat. Melakukan analisis statistik korelasi pearson. Lahan reklamasi dengan kemiringan lereng datar didapatkan nilai erosi sebesar 66,86 ton/ha/thn, kemiringan lereng miring sebesar 46,11 ton/ha/thn, dan kemiringan lereng curam sebesar 32,29 ton/ha/thn. Hasil tersebut menunjukkan erosi yang dihasilkan tidak signifikan berpengaruh oleh faktor hujan pada kemiringan lereng tertentu, melainkan adanya pengaruh dari faktor lain yaitu vegetasi. Pada kemiringan lereng curam dan miring memiliki nilai *coverage* yang lebih tinggi sebesar 236,80 m² dan 115,56 m² dibandingkan nilai *coverage* pada kemiringan lereng datar sebesar 41,02 m², hal ini menyebabkan erosi pada kemiringan lereng datar lebih besar. Hasil analisis korelasi antara intensitas hujan dengan nilai erosi termasuk kedalam klasifikasi sangat kuat, nilai R pada kemiringan lereng datar sebesar 0,9181, kemiringan lereng miring sebesar 0,9118 dan kemiringan lereng curam sebesar 0,9106.

Kata Kunci: Erosi; Tongkat; Kemiringan Lereng; Lahan Reklamasi; Vegetasi

ABSTRACT

PT Darma Henwa is carrying out reclamation activities on ex-mining land as one of the countermeasures, but it does not rule out the possibility that erosion will still occur on the reclamation land. The purpose of this study was to determine the rate of erosion based on flat, sloping and steep slopes, to determine the influence factors of rainfall and vegetation on erosion. The method for determining erosion measurement points and taking soil samples is purposive sampling. Erosion measurement using the stick method by calculating the subsidence of the soil on the stick. Perform statistical analysis of Pearson's correlation. Reclamation land with a flat slope obtained an erosion value of 66.86 tons/ha/year, a sloping slope of 46.11 tons/ha/year, and a steep slope of 32.29 tons/ha/year. These results show that the resulting erosion is not significantly affected by the rain factor on certain slopes, but by the influence of other factors, namely vegetation. The steep and sloping slopes have higher coverage values of 236.80 m² and 115.56 m² compared to the coverage values on flat slopes of 41.02 m², this causes greater erosion on flat slopes. The results of the correlation analysis between rain intensity and erosion values are included in the very strong classification, the R value on flat slopes is 0.9181, slant slopes are 0.9118 and steep slopes are 0.9106.

Keywords: Erosion; Stick; Slope; Reclamation of Land; Vegetation

PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan batubara dapat berpotensi merubah bentang alam sehingga akan berdampak pada perubahan dan kerusakan ekosistem, hal tersebut membuat ekosistem tidak dapat berfungsi

secara optimal. Kerusakan lingkungan dapat terjadi akibat dari ulah manusia, seperti kegiatan pertambangan batu bara di Indonesia yang didominasi dengan menggunakan teknik penambangan secara terbuka (*Open Pit*). Dampak negatif dari kegiatan pertambangan dapat berupa berubahnya kondisi suatu lingkungan dengan penurunan produktivitas tanah, pemadatan tanah, erosi dan sedimentasi, serta terjadinya gerakan tanah dan longsor. Dampak dari hasil proses erosi adalah menurunnya kesuburan tanah, meningkatnya limpasan air permukaan, yang kemudian berkembang pada degradasi lingkungan (Yudono, 2015). Untuk menerapkan kegiatan pertambangan yang baik, maka diperlukan reklamasi pada lahan pasca tambang agar menjadi lebih produktif dan terhindar dari bencana bagi manusia. Reklamasi adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan, agar dapat berdaya guna sesuai peruntukannya (Waterman, 2018 dalam Pangestu, dkk 2020).

PT Darma Henwa berlokasi di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. Kegiatan pertambangan ini memerlukan pembukaan lahan yang mengakibatkan perubahan kondisi lingkungan. Upaya perbaikan kondisi lingkungan yang telah berubah yaitu dengan melakukan kegiatan rehabilitasi pada lahan pasca tambang. Rehabilitasi yang dilakukan dalam bentuk penutupan kembali (reklamasi) bekas galian dengan penimbunan menggunakan *top soil*. Kemudian dilanjutkan dengan penanaman kembali pada lokasi tersebut. Pada **Gambar 1** lahan pasca tambang yang telah direklamasi tidak menutup kemungkinan tetap dapat terjadi erosi karena lahan tersebut tetap terbuka, sehingga memiliki tingkat erosi yang sangat besar karena rusaknya agregat tanah dan tingginya interaksi langsung dengan air hujan. Faktor yang dapat menyebabkan terjadinya erosi antara lain adalah erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, vegetasi dan manusia (Hudson, 1976 dalam Putra, 2019). Oleh karena itu reklamasi perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan lingkungan akibat proses kegiatan penambangan dan tujuan dari kegiatan akhir reklamasi adalah untuk memperbaiki lahan bekas tambang agar dapat tercipta kondisi yang aman, stabil dan tidak mudah tererosi sehingga dapat dimanfaatkan kembali (Yamani, 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar laju erosi berdasarkan kemiringan lereng datar, miring, dan curam serta mengetahui faktor pengaruh dari curah hujan dan vegetasi terhadap erosi yang terjadi di PT Darma Henwa. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada PT Darma Henwa Tbk terkait laju erosi berdasarkan kemiringan lereng pada lahan reklamasi dan memberikan informasi kepada pemerintah maupun instansi lainnya terkait pengendalian erosi yang sesuai dengan nilai erosi pada lahan reklamasi.



Gambar 1. Lahan Pasca Tambang yang Telah Direklamasi

METODE

Metode yang digunakan dalam pengukuran erosi dan pengambilan sampel tanah adalah metode *purposive sampling*. Metode ini dilakukan dengan pengambilan sampel pada lahan reklamasi yang ditentukan berdasarkan kemiringan lereng yang berbeda yaitu kemiringan lereng datar, miring, dan

curam. Penentuan titik penelitian dilakukan dengan bantuan alat yang dapat mengukur kemiringan lereng yaitu *clinometer*. Dalam pengukuran erosi peneliti mengambil 9 titik pengukuran, terdapat 3 titik pada masing-masing kemiringan lereng datra, miring, dan curam. Pengambilan data erosi diambil pada setiap kejadian hujan yang terjadi. Pengambilan sampel tanah pada setiap kemiringan lereng digunakan untuk menghitung berat volume yang akan digunakan pada saat menghitung nilai erosi bersama dengan penurunan tanah yang didapatkan dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$\text{Kehilangan Tanah (Ton)} = \text{Rerata penurunan tanah (cm)} \times \text{BV (gr/cm}^3\text{)} \times \text{Luas Plot (cm}^3\text{)} \quad 1$$

$$\text{Erosi (Ton/Ha)} = \text{Kehilangan tanah (ton)} \times \frac{\text{Luas 1 Hektar (10.000 m}^2\text{)}}{\text{Luas Plot (m}^2\text{)}} \quad 2$$

Pengamatan erosi dilakukan dengan metode tongkat ukur yaitu dengan menancapkan beberapa tongkat untuk mengukur kehilangan tanah dalam jangka waktu tertentu (Apriani, 2020). Metode tongkat dibuat menggunakan tongkat besi berukuran 1,2 cm x 60 cm. Tongkat besi tersebut akan ditancapkan sedalam 30 cm ke dalam tanah dengan ukuran petak 3m x 3m, kemudian dilakukan pengukuran penurunan tanah pada tongkat yang telah ditandai hingga menyentuh titik nol. Di setiap 3 titik penelitian terdapat 3 petak yang didalamnya ada 9 tongkat ukur dengan jarak antar tongkatnya 1,5 m. Pengukuran penurunan tanah dilakukan pada setiap kejadian hujan yang terjadi.

Pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan metode uji laboratorium dan metode matematis. Metode uji laboratorium digunakan untuk memperoleh nilai berat volume yang didapatkan dari sampel tanah. Metode matematis dilakukan untuk mendapatkan nilai erosi dari pengukuran penurunan tanah yang diukur menggunakan metode tongkat dan dihitung dengan berat volume yang telah didapatkan. Analisis statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis korelasi pearson. Analisis korelasi pearson adalah metode statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara satu variabel terikat dan satu variabel bebas (Miftahuddin,2021). Dengan menggunakan metode korelasi ini akan mengetahui adanya hubungan antar variabel bebas (x) dengan variabel terikat (y), dalam hal ini variabel x-nya adalah curah hujan dan variabel y-nya laju erosi. Nilai koefisien korelasi yang didapatkan akan diklasifikasikan pada **Tabel 1** berikut:

Tabel 1. Kriteria Nilai Korelasi Pearson

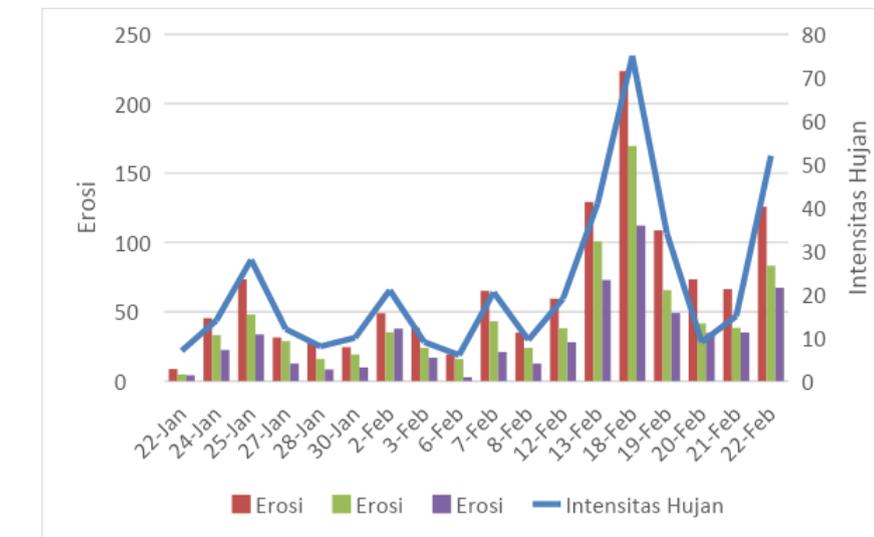
Nilai Korelasi Pearson	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40- 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Erosi merupakan perpindahan material tanah dari satu tempat ke tempat yang lain oleh media tertentu, seperti air, angin, dan lain sebagainya (Arsyad, 1989). Tanah yang berpindah dari tempat satu ke tempat lain menimbulkan terkikisnya tanah menjadi lebih terbuka dan unsur hara yang dibutuhkan untuk tanaman akan hilang. Erosi dapat mengikis *top soil* yang disebabkan air hujan dan dapat mempengaruhi tanaman yang ditanam di atasnya karena erosi berdampak pada penurunan produktivitas tanah pada lahan reklamasi. Lahan pasca tambang yang telah direklamasi tidak menutup kemungkinan tetap terjadi erosi dikarenakan adanya energi kinetik dari air hujan sehingga dapat menggerus agregat tanah. Dengan adanya rehabilitasi diharapkan akan terjadi penurunan laju erosi pada lahan pasca tambang yang telah dilakukan reklamasi tersebut.

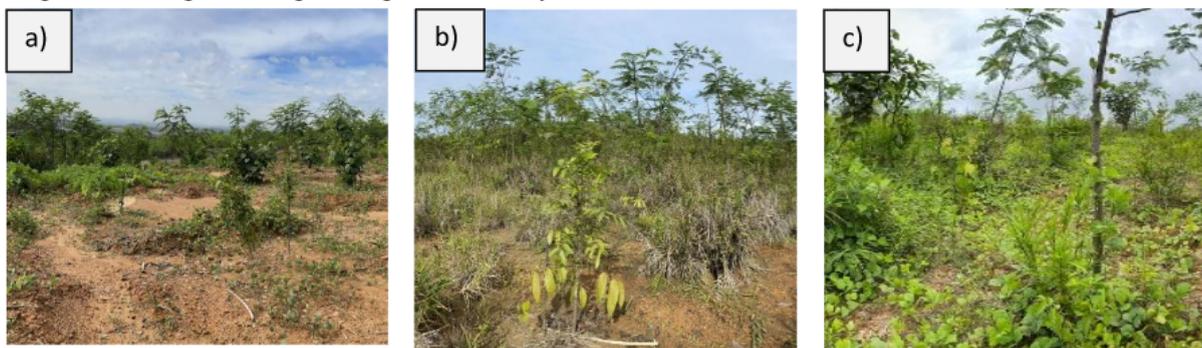
Pengukuran laju erosi pada lahan reklamasi dilakukan dengan menggunakan metode tongkat yang dipasang selama 1 bulan pada 21 Januari 2022 hingga 22 Februari 2022. Pengambilan data penurunan

tanah dilakukan setiap kejadian hujan yang terjadi. Pengukuran laju erosi yang dilakukan pada lahan reklamasi dengan tiga beda kemiringan lereng yaitu kemiringan lereng datar, kemiringan lereng miring, dan kemiringan lereng curam. Pengukuran erosi dilakukan dengan mengukur penurunan tanah yang terjadi menggunakan metode tongkat. Data kehilangan tanah yang didapatkan kemudian dihitung dengan faktor berat volume (BV). Kegiatan pengukuran dilakukan berdasarkan kejadian hujan untuk mengetahui penurunan permukaan tanah yang terjadi akibat dari hujan.



Gambar 2. Pola Intensitas Hujan

Berdasarkan dari **Gambar 2.** diatas dapat dilihat nilai erosi mengikuti besarnya nilai intensitas hujan, semakin besar intensitas hujan maka semakin besar pula nilai erosi yang dihasilkan. Terkecuali pada tanggal 20 dan 21 Februari 2022 didapatkan nilai erosi yang lebih besar dari intensitas hujan. Hal tersebut dapat dikarenakan terjadinya intensitas hujan yang tinggi pada hari-hari sebelumnya, menyebabkan kondisi tanah menjadi jenuh dan mudah untuk tererosi. Nilai erosi pada kemiringan lereng datar didapatkan hasil yang lebih besar dibandingkan pada kemiringan lereng miring dan curam. Pada lahan reklamasi dengan kemiringan lereng datar didapatkan rata-rata nilai erosi yaitu sebesar 66,86 ton/ha/tahun. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan nilai erosi pada lahan reklamasi dengan kemiringan lereng miring dan curam yaitu sebesar 46,11 ton/ha/tahun dan 32,29 ton/ha/tahun.



Gambar 3. a) Lahan Reklamasi Kemiringan Lereng Datar, b) Lahan Reklamasi Kemiringan Lereng Miring, c) Lahan Reklamasi Kemiringan Lereng Curam

Nilai *coverage* yang didapatkan pada kemiringan lereng datar sebesar 41,02 m², nilai tersebut lebih kecil dibandingkan pada kemiringan lereng miring dan curam sebesar 115,56 m² dan 236,80 m². Nilai tersebut menunjukkan tutupan lahan (*coverage*) pada kemiringan lereng miring dan curam lebih merata dan dapat melindungi permukaan tanah dari rintikan air hujan sehingga tidak memudahkan

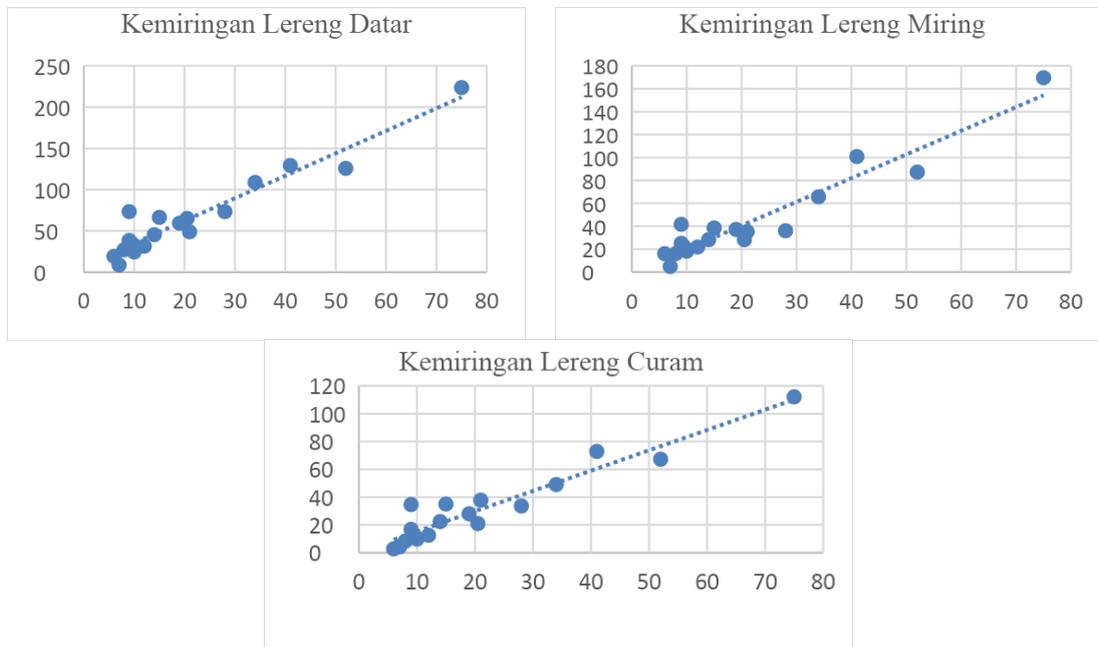
tanah tergerus yang menyebabkan erosi. Dilihat pada **Gambar 3.a)** lahan reklamasi dengan kemiringan lereng datar tutupan vegetasi belum tumbuh begitu baik terutama pada pertumbuhan *cover crop* dibandingkan dengan kemiringan lereng miring dan curam. Kurangnya vegetasi pada kemiringan lereng datar mempengaruhi nilai erosi yang dihasilkan lebih besar, dikarenakan permukaan tanah yang tidak terlindungi sehingga memudahkan tanah tergerus oleh air hujan maupun aliran air permukaan. Berbeda pada lahan reklamasi kemiringan lereng miring pada **Gambar 3.b)** yang sudah cukup ditumbuhi oleh rumput liar maupun *cover crop* yang dapat melindungi permukaan tanah dari energi kinetik air hujan. Pada kemiringan lereng curam **Gambar 3.c)** sudah memiliki tutupan vegetasi yang teratur dari pertumbuhan *cover crop* maupun dari tanaman yang direvegetasi yang mampu untuk melindungi permukaan tanah dari air hujan maupun aliran permukaan, sehingga menghasilkan nilai erosi yang tidak begitu besar. Faktor vegetasi penutup tanah seperti tumbuhan atau *cover crop* berperan penting sebagai pelindung tanah terhadap gaya-gaya erosi.

Tanaman penutup yang merata dapat melindungi tanah terhadap erosi yaitu memperkecil hampasan tetesan air hujan, menghambat laju aliran air permukaan, serta memperbaiki struktur tanah. Besar nilai erosi yang didapat tidak lepas dari curah hujan yang dapat merusak agregat-agregat tanah akibat butiran hujan yang jatuh sehingga berpengaruh terhadap penurunan tanah yang terjadi. Curah hujan memiliki peranan yang cukup tinggi terhadap erosi tanah yang terjadi. Selain curah hujan, vegetasi juga memiliki peranan penting dan sangat berpengaruh terhadap erosi di lahan reklamasi. Pengaruh vegetasi terhadap erosi yaitu dengan melindungi tanah dari butiran-butiran air hujan secara langsung yang menghasilkan nilai erosi. Vegetasi juga dapat menurunkan kecepatan air aliran pada kemiringan lereng sehingga dapat mengurangi atau menurunkan nilai erosi yang terjadi. Selain menurunkan kecepatan aliran, vegetasi juga dapat membantu menahan partikel atau agregat tanah yang terbawa aliran air. Pada lokasi penelitian berdasarkan pengamatan langsung lahan reklamasi dengan kemiringan lereng datar memiliki tutupan lahan atau vegetasi yang belum merata terutama pada tutupan tajuk yang tidak dapat melindungi permukaan tanah dan pertumbuhan *cover crop* yang belum tumbuh dengan baik. Sementara pada lahan reklamasi dengan kemiringan lereng miring dan curam sudah cukup memiliki vegetasi yang merata sehingga dapat melindungi permukaan tanah dari energi kinetik air hujan yang dapat menghasilkan erosi.

Nilai erosi dapat dipengaruhi oleh dari beberapa faktor seperti intensitas hujan, vegetasi, dan kemiringan lereng. Dari hasil yang didapatkan nilai erosi yang lebih besar pada lahan reklamasi dengan kemiringan lereng datar. Kondisi vegetasi secara langsung di lapangan pada kemiringan lereng datar ini belum tumbuh dengan baik terutama pada tutupan tajuk dan pertumbuhan *cover crop*, sehingga permukaan tanah tidak terlindungi dari air hujan dan memudahkan tanah tergerus. Dengan adanya tumpukan tanah yang telah tersedimentasi dapat terbawa oleh aliran permukaan pada saat intensitas hujan yang tinggi. Erosi juga dapat dipengaruhi dengan adanya perubahan pada kanopi vegetasi yang semakin tumbuh, tanah pada lahan reklamasi datar belum tertutupi kanopi vegetasi dengan baik yang dapat membentuk aliran permukaan sehingga penurunan tanah yang terjadi semakin banyak. Maka nilai erosi pada lahan reklamasi dengan kemiringan lereng datar lebih besar dibandingkan lereng miring dan curam. Hasil analisis korelasi intensitas hujan dengan nilai erosi ditampilkan pada **Gambar 4**.

Analisis yang dilakukan yaitu analisis korelasi yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara intensitas curah hujan dengan nilai erosi yang didapatkan. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada grafik didapatkan nilai R pada kemiringan lereng datar sebesar 0,9181, kemiringan lereng miring sebesar 0,9118 dan kemiringan lereng curam sebesar 0,9106. Berdasarkan tabel korelasi pearson dari ketiga nilai R yang didapatkan termasuk kedalam klasifikasi sangat kuat. Menandakan adanya hubungan yang sangat kuat antara intensitas hujan dengan nilai erosi yang didapatkan. Dari analisis pada kemiringan lereng datar didapatkan nilai R yang lebih besar sehingga dapat menghasilkan erosi yang besar dibandingkan dengan kemiringan lereng miring dan curam. Hal tersebut dikarenakan dari tutupan tajuk yang belum melindungi permukaan tanah dan pertumbuhan *cover crop* yang belum tumbuh dengan baik, sehingga dengan adanya energi kinetik dari hujan mampu menggerus tanah maupun tanah yang terbawa oleh aliran air permukaan yang menyebabkan terjadinya erosi. Dari

analisis korelasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa erosi yang didapatkan tidak signifikan berpengaruh terhadap faktor hujan pada kemiringan lereng tertentu, melainkan dari faktor lain yaitu faktor vegetasi.



Gambar 4. Hasil Analisis Korelasi Antara Intensitas Curah Hujan dengan Nilai Erosi

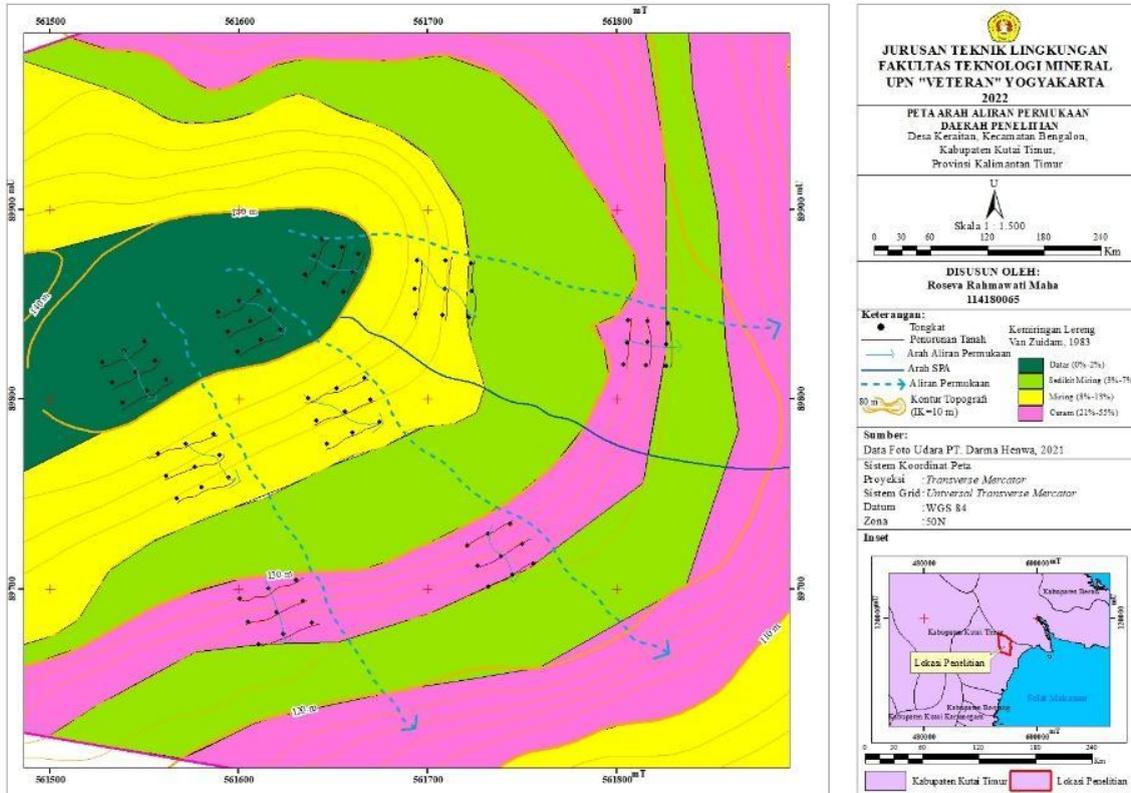
Pada **Gambar 5**, didapatkan arah aliran permukaan mengarah ke kontur yang lebih kecil dan didominasi mengarah ke arah timur sedikit ke tenggara. Arah aliran permukaan didapatkan dari penurunan tanah yang terjadi pada tongkat. Arah aliran air permukaan dapat berbelok dikarenakan adanya vegetasi di sekitar tongkat. Dari nilai erosi yang didapatkan pada lahan reklamasi dengan kemiringan lereng datar didapatkan nilai yang lebih besar, dapat dikarenakan oleh faktor vegetasi yang belum tumbuh dengan baik terutama pada pertumbuhan *cover crop*. Kurangnya tumbuhan *cover crop* ini dapat menimbulkan aliran air permukaan yang besar sehingga menghasilkan nilai erosi yang besar pula akibat air hujan. Tumbuhan *cover crop* memiliki fungsi untuk melindungi permukaan tanah agar tidak mudah tergerus dari air hujan dan dapat memperlambat aliran air permukaan sehingga tidak menimbulkan erosi. Dari arah aliran permukaan yang telah didapatkan dapat menjadi acuan dalam penentuan peletakan Saluran Pembuangan Air (SPA), sehingga aliran air permukaan dapat teralirkan dengan baik menuju ke kolam penampungan.

KESIMPULAN

Nilai erosi yang didapatkan pada lahan reklamasi dengan kemiringan lereng datar sebesar 66,8679 ton/Ha/tahun. Pada lahan reklamasi dengan kemiringan lereng miring didapatkan nilai erosi sebesar 46,1101 ton/Ha/tahun. Dan nilai erosi pada kemiringan lereng curam didapatkan sebesar 32,2979 ton/Ha/tahun. Berdasarkan hasil yang didapatkan nilai erosi pada kemiringan lereng datar lebih besar dibandingkan lereng miring dan curam. Hal tersebut dapat dikarenakan oleh faktor lain selain kemiringan lereng yaitu curah hujan dan vegetasi.

Faktor yang mempengaruhi nilai laju erosi diantaranya adalah kemiringan lereng, curah hujan, dan vegetasi. Hasil analisis korelasi didapatkan nilai R pada kemiringan lereng datar sebesar 0,9181, kemiringan lereng miring sebesar 0,9118 dan kemiringan lereng curam sebesar 0,9106. Dari ketiga nilai tersebut termasuk dalam klasifikasi sangat kuat yang menandakan adanya hubungan yang sangat

kuat antara intensitas hujan dengan nilai erosi. Vegetasi pada kemiringan lereng datar masih belum tumbuh merata terutama pada tutupan tajuk dan pertumbuhan *cover crop* yang belum baik dapat dikarenakan perbedaan umur reklamasi, sehingga tidak dapat melindungi permukaan tanah dari rintikan air hujan dan menghasilkan nilai erosi yang lebih besar dibandingkan dengan lereng miring dan curam.



Gambar 5. Peta Arah Aliran Permukaan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengungkapkan rasa terimakasih pada Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta yang telah memberi dukungan, pembelajaran, dan fasilitas selama menyelesaikan penelitian ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terimakasih pada Departmen Environmental PT Darma Henwa yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, L. R., Agus, A. T., Novianti, Y. S., Mulyono, E. E., & Yuliyanto, Y. (2019). Indeks Bahaya Erosi Pada Lahan Reklamasi. *Jurnal GEOSAPTA*, 5(2), 141-145.
- Apriani, T., Suharwanto, S., & Wicaksono, A. P. (2021). Teknik Pengendalian Erosi di Sub-Sub DAS Solo Hulu, Desa Wonoharjo dan Desa Kedungrejo, Kecamatan Nguntoronadi, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding SATU BUMI*, 2(1).
- Ardianto, K. (2017). Pengukuran dan Pendugaan Erosi pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit dengan Kemiringan Berbeda (*Doctoral dissertation, Riau University*).
- Arsyad, S. (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Publisher.
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: IPB Press.
- Asriadi, A., & Pristianto, H. (2018). Ringkasan Teori Erosi dan Sedimentasi. *Sorong: Universitas Muhammadiyah Sorong*.

- C.Asdak. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Miftahuddin, M., Sitanggang, A. P., & Setiawan, I. (2021). Analisis Hubungan Antara Kelembaban Relatif Dengan Beberapa Variabel Iklim Dengan Pendekatan Korelasi Pearson Di Samudera Hindia. *Jurnal Siger Matematika*, 2(1), 25-33.
- Novitasari, N. (2006). Analisis Erosi lahan Pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang. *INFO-TEKNIK*, 7(2), 67-71.
- Pangestu, Anggera Bona, Edy Nursanto, & Wawong Dwi Ratminah. (2020). Kajian Rencana Teknis Untuk Pengendalian Erosi Di Waste Dump Serujan Selatan PT Indo Muro Kencana Kabupaten Murung Raya Kecamatan Tanah Siang Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan Vol. 2(2): 34-40*
- Pradana, A. A., Martono, D. N., & Soelarno, S. W. (2021). Prediksi Laju Erosi dan Valuasi Ekonomi pada Area Reklamasi Pertambangan Batu Bara. *IJEEM-Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, 6(1), 78-91.
- Putra, Arisdiansyah, Ratna Widyaningsih, & M. Nurcholis. (2019). Analisis Faktor Erodibilitas Tanah Penyebab Erosi di Area Tambang Site Melak. *Jurnal Mineral, Energi Dan Lingkungan Vol 3, No.1 2019 p. 42-52*
- Sarminah, Sri, Dian Kristianto, & M. Syafrudin. 2017. Analisis Tingkat Bahaya Erosi Pada Kawasan Reklamasi Tambang Batu Bara PT Jembayan Muarabara Kalimantan Timur. *Ulin J Hut Trop 1 (2): 154-162*
- Sinaga, J. (2014). Analisis Potensi Erosi Pada Penggunaan Lahan Daerah Aliran Sungai Sedau di Kecamatan Singkawang Selatan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1).
- Sinuhaji, A., & Nurcholis, M. (2019). Revegetasi Dan Laju Erosi Di Lokasi Disposasi Tambang Batubara. *SAINSTEK*, 4(1), 486-492.
- Talaohu, Sidik Haddy dan Irawan. (2014). *Reklamasi Lahan Pasca Penambangan Batubara. Konservasi Tanah Menghadapi Perubahan Iklim*
- Yudono, A. R. A., & Sungkowo, A. (2015). Tingkat Erosi Pada Lahan Yang Berbatuan Dasar Batuan Beku Dan Batuan Metamorf Di Desa Tawangrejo Dan Gununggagajah, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 15(1).