

## **Perencanaan Teknis Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Andesit di Desa Somorejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah**

**Akrim Aisani<sup>1a)</sup>, Suharwanto<sup>1)</sup>, Jaka Purwanta<sup>2)</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: [suharwanto.upn@gmail.com](mailto:suharwanto.upn@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Kegiatan penambangan bahan tambang batuan berupa andesit di Desa Somorejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah menyebabkan terjadinya perubahan fungsi lahan, bentuk lahan, dan kualitas lingkungan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat kerusakan lahan akibat penambangan andesit dan membuat perencanaan teknis reklamasi lahan bekas penambangan andesit sebagai upaya melestarikan fungsi lingkungan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari metode survei dan pemetaan yang dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran di lapangan. Metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan lahan adalah metode pengharkatan, dan metode *purposive sampling*. Setelah mengetahui tingkat kerusakan lahan, dalam membuat perencanaan teknis reklamasi menggunakan metode analisis deskriptif. Parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan lahan adalah batas tepi galian, batas kemiringan dinding galian, tinggi dinding galian, relief dasar galian, tutupan vegetasi, dan kondisi jalan. Berdasarkan hasil evaluasi tingkat kerusakan lahan pada lahan bekas penambangan andesit di daerah penelitian termasuk dalam kategori kerusakan tinggi dengan nilai harkat 14 dari keenam parameter kerusakan lahan. Perencanaan teknis reklamasi yang dilakukan harus memperhatikan dampak yang terjadi dengan mengacu pada RTRW Kabupaten Purworejo 2011-2031.

**Kata Kunci:** Andesit; Kerusakan Lahan; Penambangan; Reklamasi; Revegetasi.

### **ABSTRACT**

*Rock mining activity of andesite in Somorejo Village, Bagelen District, Purworejo Regency, Central Java Province caused the change of the land function, landforms and environmental quality. The purpose of this research is to identify the extent of the damage to andesite mining and to make technical plans for the reclamation of andesite fields in an effort to preserve environmental function. The method used in this study consisted of survey and mapping methods carried out by field observations and measurements. The method used to determine land damage rates is the method of procreation, and the confirmatory sampling method. After identifying the extent of land damage, in creating technical reclamation plans using a descriptive method of analysis. Parameters used to know the extent of the damage to the land are the borders of the digging edge, the gradient of the wall, the height of the wall, the form base excavation, the covers of vegetation, and the road conditions. Based on an evaluation of the extent of land damage to andesite mining areas in the research area falls under the category of high damages worth 14 to the six land damage parameters. The land management design should be aware of the impact by referring to the Urban Land Use Plan of Purworejo Regency 2011 – 2031.*

**Keywords:** *Andesit; Land Damage; Mining; Reclamation; Revegetation.*

### **PENDAHULUAN**

Sumber daya alam merupakan salah satu modal dasar dalam pembangunan nasional. Oleh karena itu harus dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kepentingan rakyat dengan memperhatikan kelestarian lingkungan hidup sekitarnya. Sumber daya alam di Indonesia cukup banyak dan melimpah sehingga terkadang sebagian dieksploitasi untuk kebutuhan pembangunan. Hasil pertambangan merupakan

salah satu sumber daya alam yang banyak dimanfaatkan dalam pembangunan (Arief, 2004). Penambangan andesit di Desa Somorejo, Kecamatan Begelan, Kabupaten Purworejo merupakan salah satu contohnya. Desa Somorejo, Kecamatan Begelan, Kabupaten Purworejo merupakan daerah yang terkenal dengan potensi di bidang pertanian, sehingga banyak warga yang bermata pencaharian sebagai petani. Namun, terdapat potensi lainnya yang tidak kalah menarik untuk ditelusuri berupa sumber daya alam lain yaitu batuan andesit. Hasil dari penambangan banyak digunakan untuk bahan bangunan. Kegiatan penambangan ini dilakukan sejak tahun 2016 dan sudah berhenti beroperasi sejak tahun 2017. Akibat dari penambangan terjadi pergeseran keseimbangan lingkungan yang dapat dilihat secara aspek geofisik. Aspek geofisik berupa perubahan bentuk lahan yang meningkatkan tingkat degradasi lingkungan seperti perubahan iklim mikro, hilangnya tanah penutup, terbentuk tebing galian yang terjal, dan perubahan penggunaan lahan yang dapat berdampak negatif terhadap kondisi lingkungan (Karliansyah, 2016). Pergeseran keseimbangan lingkungan sayangnya tidak diikuti dengan adanya rencana pengelolaan kegiatan pasca tambang oleh penambang itu sendiri.

Perencanaan teknis reklamasi guna pemulihan lahan merupakan hal yang penting agar lahan yang telah mengalami kerusakan kembali berfungsi sesuai peruntukannya dan didukung pengelolaan lingkungan yang baik agar dapat meminimalkan dampak yang muncul. Pengelolaan lahan yang sesuai diharapkan dapat memaksimalkan potensi lahan agar dapat menjadi lahan produktif pada pasca kegiatan penambangan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian terkait rencana teknis reklamasi pada penambangan andesit di Desa Somorejo, Kecamatan Begelan, Kabupaten Purworejo agar diperoleh informasi mengenai arahan rencana teknis reklamasi untuk pemulihan lahan. Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Purworejo Nomor 27 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Purworejo Tahun 2011 - 2031 bahwa pada daerah penelitian difungsikan sebagai kawasan perkebunan. Berdasarkan rencana tata ruang tersebut tersebut maka peneliti menjadikannya acuan dalam melakukan perencanaan kegiatan reklamasi yang meliputi penataan lahan dan revegetasi pada daerah penelitian guna memperbaiki fungsi lahan akibat kegiatan penambangan. Tujuan penelitian ini mengetahui tingkat kerusakan lahan serta membuat perencanaan teknis reklamasi akibat penambangan andesit di Desa Somorejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Dasar acuan yang digunakan untuk menentukan tingkat kerusakan lahan adalah Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 63 Tahun 2003.

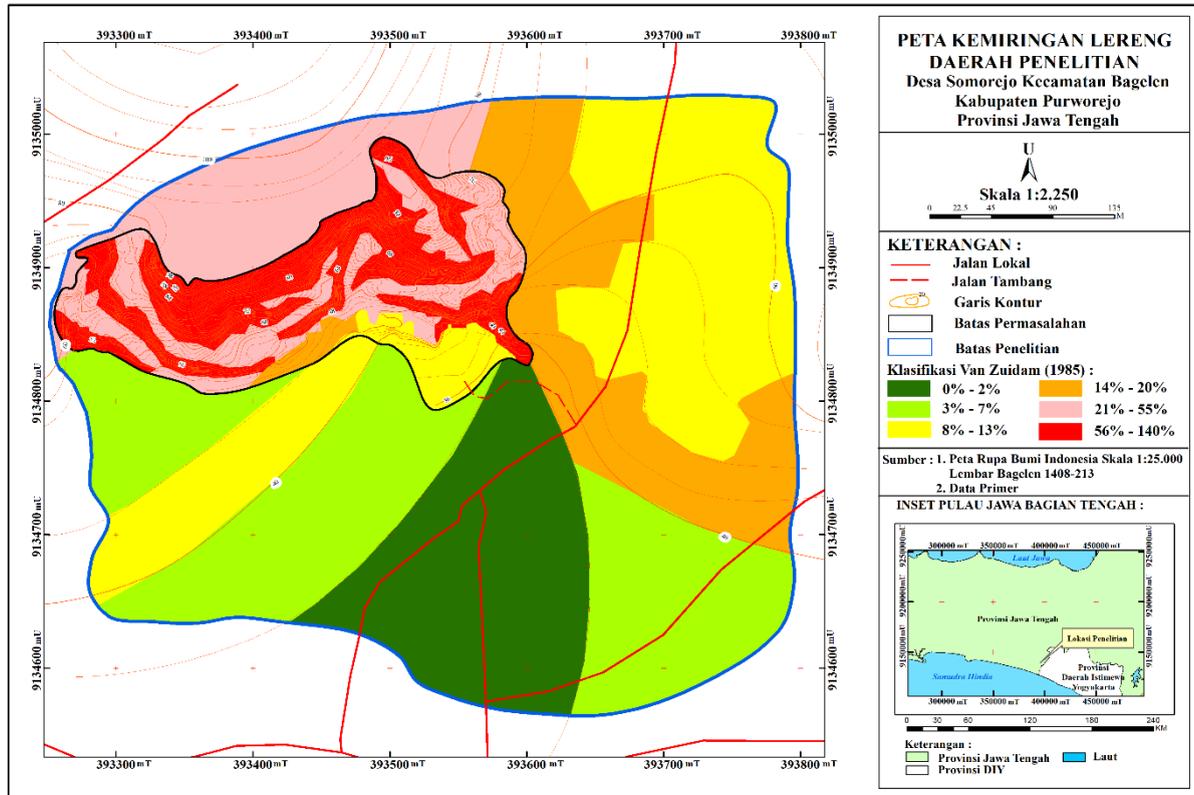
## **METODE**

Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode survei dan pemetaan, metode analisis deskriptif, metode pengharkatan, dan metode purposive sampling. Metode survei dan pemetaan yaitu metode yang digunakan untuk meninjau kembali di lapangan terkait komponen geofisik dan data pendukung lainnya yang sudah diperoleh dari data sekunder (Nasution, 2020). Metode *purposive sampling* yaitu metode yang digunakan dalam menentukan titik sampling parameter kerusakan lahan. Dasar acuan yang digunakan untuk menentukan tingkat kerusakan lahan adalah Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 63 Tahun 2003. Metode pengharkatan dan metode analisis deskriptif yaitu metode yang digunakan untuk menganalisa dan mengevaluasi hasil dari pengolahan data penelitian yang telah dilakukan. Langkah penelitian yang dilakukan pertama yaitu tahap persiapan berupa studi literatur dan pengumpulan data sekunder untuk keperluan lapangan. Tahap kedua yaitu tahap kerja lapangan berupa survei dan pemetaan, pengukuran parameter kerusakan lahan, dokumentasi. Tahap ketiga yaitu tahap kerja studio berupa pengolahan data lapangan dan perhitungan. Tahap akhir berupa evaluasi hasil penelitian dan menyusun arahan pengelolaan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tingkat kerusakan lahan didapatkan setelah pengambilan data di lapangan dan pengharkatan berdasarkan Keputusan Gubernur Provinsi DIY Nomor 63 Tahun 2003. Pengambilan data dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Peta kemiringan lereng menjadi dasar acuan untuk parameter batas tepi galian, kondisi jalan, batas kemiringan tebing galian, batas tinggi dinding galian dan relief dasar galian. Sedangkan untuk tutupan vegetasi menggunakan dasar acuan berupa peta citra *google earth* tahun 2018. Setelah pengharkatan akan didapat skor tingkat kerusakan lahan yang akan

menentukan perlu adanya tahap selanjutnya berupa reklamasi atau tidak perlu dilakukan. Apabila tingkat kerusakan lahan sedang dan tinggi maka perlu adanya reklamasi. Peta kemiringan lereng yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Kemiringan Lereng

Parameter yang pertama adalah batas tepi galian. Batas tepi galian pada kegiatan penambangan merupakan zona terakhir galian dengan tepi kepemilikan lahan. Hal ini untuk memberikan jarak toleransi area tambang terhadap bangunan sehingga dampak dari tambang berupa sumber suara dari mobilisasi tambang, dan debu dapat ditolerir oleh lingkungan sosial sekitar area tambang. Hasil pengukuran lapangan pada 6 titik pengamatan terhadap bangunan setempat dapat dilihat pada Tabel 1. Titik-titik tersebut merupakan titik yang mewakili dari batas tebing galian di lokasi penelitian. Rata-rata batas tepi galian adalah 7,46 m.

**Tabel 1.** Penilaian Kerusakan lahan dengan Parameter Batas Tepi Galian

Titik	Koordinat X	Koordinat Y	Ukuran (m)
1	393360	9134816	9
2	393298	9134917	7,3
3	393432	9134910	11,2
4	393498	9134844	5,3
5	393563	9134968	5,6
6	393580	9134866	6,4
Jumlah			44,8
Rata-rata			7,46

Pengamatan dan pengukuran Kemiringan Tebing Galian di lapangan, masing-masing memiliki nilai kemiringan tebing galian yang beranekaragam dengan kisaran 8 % - 112 %, pada 12 titik pengamatan dan pengukuran, data kemiringan tebing Galian dapat dilihat pada Tabel 2. Beberapa tebing galian memiliki nilai kemiringan yang sama berdasarkan peta kemiringan lereng dan berdasarkan pengamatan di lapangan. Sehingga membutuhkan 12 titik pengukuran yang mewakili perhitungan

kemiringan tebing galian tersebut. Rata-rata batas kemiringan tebing galian sebesar 52,17 % termasuk dalam kategori rusak.

**Tabel 2.** Penilaian Kerusakan lahan dengan Parameter Batas Kemiringan Tebing

Titik	Koordinat X	Koordinat Y	Ukuran (%)
1	393342	9134827	112
2	393399	9134917	45
3	393432	9134910	28
4	393498	9134844	18
5	393563	9134968	48
6	393580	9134866	76
7	393509	9134962	8
8	393516	9134914	96
9	393385	9134876	106
10	393275	9134845	58
11	393286	9134860	19
12	393310	9134898	12
Jumlah			626
Rata-rata			5217

Relief dasar galian merupakan salah satu faktor penilai dalam pengukuran tingkat kerusakan lahan akibat penambangan golongan batuan. Penilaian kondisi relief dasar galian dilakukan sebagai bentuk pengawasan terhadap kondisi suatu penambangan. Hasil pengukuran di lapangan pada 12 titik pengamatan yang mewakili kondisi relief dasar galian. Adapun data pengukuran relief dasar galian dapat dilihat pada Tabel 3. Rata-rata relief dasar galian sebesar 0,36 m termasuk dalam kategori kerusakan sedang.

**Tabel 3.** Penilaian Kerusakan lahan dengan Parameter Relief Dasar Galian

Titik	Koordinat X	Koordinat Y	Ukuran (m)
1	393349	9134858	0,6
2	393365	9134812	0,3
3	393405	9134840	0,8
4	393478	9134878	0,5
5	393536	9134823	0,3
6	393354	9134849	0
7	393306	9134897	0,7
8	393333	9134839	0
9	393408	9134885	0,5
10	393499	9134927	0
11	393513	9134964	0,6
12	393572	9134867	0
Jumlah			4,3
Rata-rata			0,3

Tinggi dinding galian merupakan faktor keamanan dalam mobilitas suatu penambangan. Tinggi dinding galian yang melewati batas maksimum sangat berpotensi terjadinya gerakan massa tanah yang dapat mengancam keselamatan para pekerja tambang. Hasil pengamatan dan pengukuran di 20 titik sampling dapat dilihat pada Tabel 4. Titik-titik tersebut merupakan titik yang mewakili tinggi dinding galian karena beberapa tinggi dinding galian mempunyai nilai yang sama. Peta kemiringan lereng dan kondisi topografi menjadi acuan untuk melakukan pengukuran pada titik-titik tersebut. Tinggi dinding galian memiliki rata-rata sebesar 7,48 m. Rata-rata tersebut termasuk dalam kategori rusak.

**Tabel 4.** Penilaian Kerusakan lahan dengan Parameter Tinggi Dinding Galian

Titik	Koordinat X	Koordinat Y	Ukuran (m)
1	393291	9134845	7,2
2	393342	9134830	14,3

Titik	Koordinat X	Koordinat Y	Ukuran (m)
3	393390	9134863	18,2
4	393455	9134859	13,6
5	393540	9134866	13,7
6	393579	9134877	10,5
7	393284	9134907	2,5
8	393278	9134877	3,5
9	393287	9134861	2,5
10	393312	9134895	2
11	393320	9134836	4
12	393396	9134813	2
13	393533	9134840	3,5
14	393520	9134880	3,5
15	393571	9134932	3,5
16	393505	9134966	2
17	393529	9134938	4
18	393360	9134878	17
19	393497	9134924	18
20	393420	9134838	4
Jumlah			149,5
Rata-rata			7,48

Kondisi jalan penambangan akan menentukan bagaimana tingkat kerusakan suatu lahan akibat penambangan, berdasarkan hasil pengamatan di lapangan mobilitas tambang menggunakan jalan umum sehingga akan berdampak langsung kepada warga yang mempergunakan jalan untuk melakukan aktivitasnya sehari-hari. Pengukuran kondisi jalan dilakukan pada jalan yang digunakan mobilisasi kegiatan penambangan di lokasi penelitian. Data pengukuran menunjukkan luas 611 m<sup>2</sup> merupakan jalan yang rusak dari luas total jalan sebesar 1006 m<sup>2</sup>. Kondisi jalan persentase kerusakan sebesar 61,3 %. Rata-rata tersebut termasuk dalam kriteria rusak.

Tutupan vegetasi di lokasi penelitian merupakan parameter dalam menentukan tingkat kerusakan lahan dikarenakan tutupan vegetasi memiliki peran penting dalam memelihara kondisi tanah dan sebagai pengontrol iklim mikro di lokasi penambangan, dengan luas lahan bekas penambangan 36.000 m<sup>2</sup>. Data pengukuran dan penilaian tutupan vegetasi dapat dilihat pada Tabel 5. Persentase luas tutupan vegetasi adalah 52,8 % maka termasuk kedalam kriteria kerusakan sedang.

**Tabel 5.** Penilaian Kerusakan lahan dengan Parameter Tutupan Vegetasi

No	Lahan	Luas (m <sup>2</sup> )	Persentase
1	Vegetasi	19013	52,8 %
2	Non vegetasi	16987	47,2 %

Kondisi kerusakan lahan akibat penambangan andesit di lokasi penelitian disebabkan oleh berbagai macam faktor yang dinilai menggunakan parameter kerusakan lahan akibat penambangan berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No 63 Tahun 2003, dengan nilai yang beragam. Kondisi lahan tambang secara umum, sesuai dengan penilaian diatas memiliki nilai harkat 14. Nilai tersebut termasuk dalam kategori rusak. Sehingga diperlukan upaya penataan lokasi penambangan demi keselamatan masyarakat yang terkena dampak serta memulihkan fungsi lingkungan. Rekapitulasi perhitungan Kriteria dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Rekapitulasi Nilai dan Kriteria Kerusakan Lahan

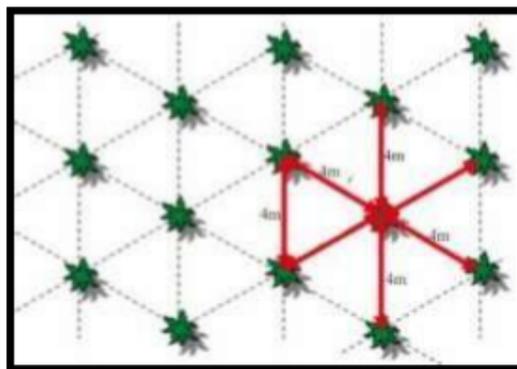
No	Parameter	Nilai	Kriteria
1	Batas Tepi Galian	1	Baik
2	Tutupan Vegetasi	2	Sedang
3	Batas Kemiringan Tebing Galian	3	Rusak

No	Parameter	Nilai	Kriteria
4	Relief Dasar Galian	2	Sedang
5	Tinggi Dinding Galian	3	Rusak
6	Kondisi Jalan	3	Rusak
Total		14	Rusak

Tahap selanjutnya adalah reklamasi. Sudut kemiringan tebing galian yang mencapai 112 % memerlukan upaya teknis berupa pelandaian lereng dengan melakukan penjenjangan dengan sudut tebing galian yang dibentuk ialah 33,3 % untuk menjaga keselamatan penambang dan memperkecil terjadinya gerakan massa tanah dikarenakan kondisi area penambangan berada di kawasan perbukitan dan memiliki tipe iklim sedang dengan perbandingan bulan kering dan bulan basah seimbang. Kondisi tinggi dinding galian pada lokasi penambangan dengan ukuran tinggi mencapai 18,2 meter pada setiap jenjang memicu terjadinya gerakan massa tanah dan batuan, sehingga diperlukan upaya rekayasa tinggi dinding galian untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja bagi penambang maupun kecelakaan pada warga sekitar yang melewati lokasi tambang.

Hasil pengukuran dan pemetaan kondisi jalan pada area penambangan termasuk dalam kategori Rusak dengan luas kerusakan sebesar 611,9 m<sup>2</sup> dari luas total 1045,6 m<sup>2</sup>, sehingga diperlukannya upaya reklamasi untuk menata, bahkan memperbaiki jalan dengan melakukan perkerasan dan pengaspalan jalan umum yang digunakan sebagai jalan mobilisasi tambang untuk mencegah terjadinya kecelakaan saat kendaraan warga melintasi jalan tersebut.

Kondisi tutupan vegetasi pada area penambangan hanya seluas 19.013 m<sup>2</sup> dari luas awal 36.000 m<sup>2</sup> atau 52,8 % dari luas awal dengan kategori sedang. Sehingga diperlukan rekayasa baik fisik maupun biologi maupun pendekatan institusi untuk meningkatkan tutupan vegetasi agar lahan tambang setidaknya kembali produktif. Teknik rekayasa yang dapat dilakukan pada kondisi tersebut ialah dengan melakukan upaya revegetasi dengan tanaman yang cocok yaitu tanaman Sengon Laut. Alasan menggunakan tanaman Sengon Laut dikarena jenis tanah Latosol pada daerah penambangan memiliki memiliki solum tanah yang agak tebal hingga tebal, kandungan organik tanah yang cukup tinggi, serta kondisi penggunaan lahan sekitar yang banyak didominasi oleh tanaman Sengon Laut sehingga menjadi faktor pertimbangan dalam pemilihan jenis tanaman dalam melakukan kegiatan reklamasi dan revegetasi. Jumlah pohon Sengon Laut yang digunakan sebanyak 2.250 batang, dengan pola taman membentuk segitiga dengan jarak antar pohon berkisar 4 meter. Sketsa jarak tanam Sengon Laut dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Sketsa jarak tanam Sengon Laut

Reklamasi sendiri tidak terbatas pada pelaksanaan secara teknis, namun perlu juga dilakukan penyampaian masukan dan sosialisasi terhadap masyarakat agar lokasi yang dilakukan reklamasi dapat dilestarikan dan dijaga sebaik mungkin. Seringkali dijumpai masyarakat hanya peduli terhadap pemenuhan kebutuhan sehari-hari dari masyarakat sendiri masih kurang adanya kepedulian terhadap pelestarian lingkungan sekitar. Sehubungan dengan hal tersebut, penting dilakukan tindakan-tindakan

pemeliharaan oleh masyarakat terutama dalam hal ini untuk menjaga kondisi lingkungan yang sudah dibuat agar tetap berfungsi dengan baik.

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah tingkat kerusakan akibat penambang andesit di Desa Somorejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah termasuk dalam kategori rusak dengan nilai harkat 14. Sehingga perlu dilakukan perencanaan reklamasi menggunakan metode penjenjangan dan pelandaian lereng dengan sudut lereng sebesar 33,3 % yang diperuntukan sebagai lahan kebun Sengon Laut dengan tanaman penutup berupa rumput Peking yang merupakan tanaman lokal serta implementasi rencana tata ruang wilayah Kabupaten Purworejo.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Ir. Suharwanto, M.T. dan Bapak Dr. Jaka Purwanta, S.T., M.Si., C.E.I.A. selaku Pembimbing di Jurusan Teknik Lingkungan UPN Veteran Yogyakarta serta semua pihak yang telah berperan dalam penelitian “Perencanaan Teknis Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Andesit di Desa Somorejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah” sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agus, F dan Widiyanto. 2004. *Petunjuk Praktis Konservasi Pertanian Lahan Kering*. Bogor: *World Agroforestry Centre*.
- Arief, N. 2004. *Prinsip-Prinsip Reklamasi Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. Bandung : Unisba.
- Dirgantari, Mytta Hardani. 2006. *Pengaruh Perubahan Peruntukkan Lahan terhadap Aspek Hidrologi*. Laporan Akhir. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hardjowigeno, Sarwono dan Widiatmaka. 2018. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Hunter, Yosafat. 2017. *Perencanaan Reklamasi Penambangan Breksi Tuff Pada Wilayah Pertambangan Rakyat di Dusun Karongan, Desa Jogotirto, Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Karliansyah, M.R.. 2016. *Petunjuk Teknis Pemulihan Kerusakan Lahan Akses Terbuka Akibat Kegiatan Pertambangan*. Jakarta: Direktorat Pemulihan Kerusakan Lahan Akses Terbuka.
- Mahardika, San Bukti, Yunus Ashari, dan Dudi Nasrudin Usman. 2015. *Perencanaan Kegiatan dan Biaya Reklamasi Penambangan Batuan Andesit di Gunung Siwaluh, Kampung Bolang, Desa Argapura, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat*, PT Desira Guna Utama. Bandung: Universitas Islam Bandung.
- Nasution, R.N., Agus, B.I., Ekha, Y. *Rancangan Teknik Reklamasi Penambangan Pasir dan Batu Di Dusun Banaran, Desa Keningar, Kec. Dukun, Kab. Magelang, Jawa Tengah*. *Jurnal Lingkungan Kebumihan*, 2(2):10-17.
- Ningsih, Eka Kusuma. 2011. *Perencanaan Pengembangan Lahan untuk Tanaman Hortikultura di Kecamatan Matesih, Kabupaten Karanganyar*. Skripsi. Surakarta: UMS.
- Ritung, S., K. Nugroho, A. Mulyani, dan E. Suryani. 2011. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Satmoko. 2004. *Kerusakan Lahan Akibat Penambangan Barugamping di Kawasan Karst Desa Bedoyo dan Karangasem, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul*. Tesis. Yogyakarta: UGM.