

Rencana Reklamasi Pertambangan Andesit di Desa Krendetan dan Desa Hargorojo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah

Yohanes Christda Batista^{1,a)}, Suharwanto^{2,b)}, Jaka Purwanta^{3,c)}

^{1, 2, 3)} Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

^{a)}Corresponding Author: 114170064@student.upnyk.ac.id

^{b)}suharwanto.upn@gmail.com

^{c)}jaka.purwanta@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Perbatasan antara Dusun Sarangan, Desa Krendetan dan Dusun Sikuning, Desa Hargorojo, Bagelen, Purworejo terdapat aktivitas penambangan yang dimulai dari tahun 2017 hingga berhenti bulan November 2020, sehingga pemilik usaha wajib melakukan reklamasi paling lambat 30 hari setelah tidak ada kegiatan pada area penambangan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah 1) merencanakan reklamasi 2) menghitung biaya reklamasi. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian terapan secara kuantitatif dan kualitatif. Sumber data meliputi data sekunder dan primer. Metode evaluasi dengan pencocokan berdasarkan Pergub Jawa Timur No 62 tahun 2010 dan Permenhut no P.4/2011 dengan ketentuan reklamasi berupa: 1) penatagunaan lahan 2) revegetasi dan 3) pemeliharaan. Hasil yang didapatkan berupa penataan lereng dengan kemiringan seluruhnya 45° dan pembuatan jenjang dengan tinggi jenjang 6m, lebar bidang olah 2,5m, dan kemiringan jenjang 60°. Pengendalian erosi dilakukan dengan membuat saluran teras, saluran pembuangan air, dan saluran pembuangan dasar. Penebaran tanah pada jenjang dilakukan dengan sistem pot karena tiap jenjang akan ditanami sengon dengan jarak tanam 6m dan kebutuhan sengon mencapai 929 pohon. Dataran akan ditanami jagung dan penebaran tanah menggunakan sistem guludan. Biaya untuk melakukan reklamasi yaitu Rp 24.186.186,990,00 dengan rincian biaya langsung sejumlah Rp 22.087.842.000,00 dan biaya tidak langsung sejumlah Rp 2.098.344.990,00.

Kata kunci: Pertambangan, Reklamasi, Biaya Reklamasi

ABSTRACT

Mining activity on the border between the Sarangan village, Krendetan and the Sikuning village, Hargorojo, Bagelen sub-district, Purworejo regency is the Bagelen sub-district, which starts from 2017 had been stopped on November 2020 then owners are obliged to do a reclamation no later than 30 days after there is no activity in the mining area. This research goals 1) to plan the reclamation, 2) to calculate the cost of the reclamation. Research being done is an applied research by quantitative and qualitative. The data been used from primary and secondary source. Evaluation method by matching based on Pergub Jawa Timur No 62 Tahun 2010 and Permen Kehutanan No. P.4/2011 under reclamation terms: 1)Surface geometry control; 2)revegetation; and 3)maintenance. The result that has been obtained is a land management which have benches with a total slope of 45° and high of a 6m, 2,5 m width of the plane, and a 60° single slope. Erosion control is done by creating canals on each bench, sewer canals, and main base sewer systems. Soil spreading on each bench will be done by pot sistem because each bench will be planted Sengon one in 6m and need 929 of Sengons. The plains will be sown with corn and soil will be spread with an elongated mound sistem. The cost required is Rp. 24.186.186,990,00 with 22.087.842.000 IDR of direct cost and 2.098.344.990 IDR of indirect cost.

Keywords: Mining, Reclamation, Reclamation Cost

PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan merupakan salah satu kegiatan yang menggerakkan roda ekonomi bagi negara maupun bagi masyarakat secara langsung terutama masyarakat sekitar lokasi penambangan (Rambe dkk., 2020). Kegiatan penambangan yang tidak disertai dengan pengelolaan lingkungan yang baik dapat menimbulkan kerusakan pada lingkungan dan perubahan ekosistem (Annisa, 2017). Kegiatan penambangan tanpa pengelolaan lingkungan juga melanggar prinsip kaidah pertambangan yang baik

menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI Nomor 26 Tahun 2018 pada pasal 20, 21, dan 22.

Salah satu wilayah yang terdapat aktivitas penambangan adalah di perbatasan antara Dusun Sarangan, Desa Krendetan dan Dusun Sikuning, Desa Hargorojo, Bagelen yang dimulai dari tahun 2017 hingga saat ini dan merupakan kegiatan yang berizin. Menurut pihak pengelola, kegiatan penambangan mengalami penurunan produksi dalam 3 bulan terakhir hingga berhenti beroperasi pada November 2020, sedangkan jika mengacu pada Peraturan Menteri ESDM RI No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik pada Lampiran VI disebutkan bahwa pemilik IUP wajib menyusun ulang rencana reklamasi jika terjadi penurunan produksi dan wajib melakukan reklamasi paling lambat 30 hari setelah tidak ada kegiatan pada area penambangan. Kegiatan reklamasi wajib dilakukan oleh pemilik izin usaha pertambangan yang telah tertuang dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2010 tentang Kegiatan Reklamasi dan Pascatambang bab 2 pasal 2 ayat 2 untuk mengembalikan fungsi lahan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah 1) merencanakan reklamasi 2) menghitung biaya reklamasinya

METODE

Penelitian yang dilaksanakan merupakan jenis penelitian terapan (*applied research*). Penelitian terapan merupakan suatu bentuk aplikasi dari teori yang telah ada untuk menyelesaikan permasalahan praktis dan kelompok penelitian tindakan yaitu mengangkat masalah yang dialami secara aktual serta berguna untuk mengambil tindakan yang konkret dari suatu permasalahan aktual (Mulyatiningsih, 2011). Metode yang digunakan yaitu secara kuantitatif karena data yang didapatkan berupa angka-angka serta memenuhi kaidah penelitian ilmiah yang empiris, rasional, terukur, dan sistematis (Sugiyono, 2013) dan juga secara interpretatif karena data yang dihasilkan bersifat menyeluruh dan holistik serta menjadi sebuah kesatuan (Sugiyono, 2013). Variabel penelitian yang digunakan yaitu curah hujan, bentuk lahan, karakteristik batuan, kualitas tanah, dan volume tanah serta vegetasi lokal yang berkembang.

Pengumpulan data di lapangan dilakukan pada kondisi alami (*natural setting*) dengan sumber data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer pada variabel karakteristik batuan, kualitas tanah, dan volume tanah dilakukan dengan observasi peran serta (*participants observation*) yaitu pemetaan di lapangan yang kemudian diperoleh data karakteristik batuan dan karakteristik fisik tanah. Pada tahapan pengumpulan data juga dilakukan sampling pada variabel tanah dan batuan untuk diuji di laboratorium. Sampling batuan menggunakan teknik non probability yaitu purposive sampling berdasarkan keterdapatannya batuan segar, dan sampling tanah menggunakan teknik non probability yaitu purposive sampling berdasarkan horizon tanah. Sedangkan pengumpulan data primer pada variabel vegetasi dilakukan dengan observasi tidak berperan serta (*non-participant observation*) melalui pengamatan vegetasi yang sudah ada yang bertujuan mengetahui tanaman lokal yang ada di lokasi penelitian.

Tahapan pengujian laboratorium berguna untuk mengetahui jenis batuan dan kualitas tanah. Batuan diuji dengan sayatan tipis kemudian diamati dengan mikroskop. Pengujian tanah untuk mengetahui kadar N total, P₂O₅, K₂O tanah, pH tanah, kadar C-organik dan KTK tanah. Tahap analisis lanjutan dilakukan secara matematis, pencocokan, dan deskriptif. Hasil analisis pencocokan akan didapatkan kecocokan tanaman sesuai kriteria hidupnya juga penentuan geometri lereng. Hasil analisis matematis dihasilkan kebutuhan volume tanah, ketersediaan volume tanah, dan saluran drainase dalam keperluan reklamasi, serta biaya yang diperlukan.

2.1 Penatagunaan Lahan

Penataan lahan permukaan bertujuan memberikan lahan yang dapat dimanfaatkan kembali secara optimal serta menghilangkan gangguan estetika. Salah satu caranya yaitu dilakukan *recontouring* pada area terdampak berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia nomor P.4/Menhut-II/2011 tentang Pedoman Reklamasi Hutan dan geometri jenjang berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 62 Tahun 2010 Tentang Kriteria Kerusakan Lahan Penambangan Sistem Tambang Terbuka Di Jawa Timur.

Tabel 1. Kriteria Penataan Lahan Permukaan

No	Jenis Batuan	Sudut Lereng			Tinggi Teras (m)
		Sudut teras (°)	Lereng akhir(°)	Lantai penggalan(°)	
1	Sedimen lepas	45	30	2-3	3
2	Sedimen kompak	60	45	2-3	8
3	Batuan beku/metamorf (banyak retak)	60	45	2-3	6
4	Batuan beku/metamorf (massif)	75	60	1-2	8

Erosi dan sedimentasi merupakan salah satu penyebab permasalahan reklamasi jika tidak ditangani dengan baik. Pengendalian erosi dilakukan dengan *recontouring* yang disertai dengan saluran pembuangan air berupa saluran teras dan saluran pembuangan utama yang kemudian disalurkan menuju kolam pengendapan (Kurniawan & Rauf, 2018). Dalam penentuan dimensi saluran pembuangan air, diperlukan debit rencana yang didapat dari data curah hujan (Priyogi dkk., 2014). Perhitungan banjir rencana dilakukan berdasarkan data curah hujan yang telah diperoleh selama minimal 10 tahun terakhir (Siregar dkk., 2020). Perhitungan debit banjir dilakukan secara matematis menggunakan metode rasional praktis menurut SNI 2415:2016 dengan persamaan sebagai berikut :

$$Qp = 0,00278 \times C \times I \times A.....(1)$$

Keterangan :

Qp = Debit puncak (m³/detik)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

C = Koefisien limpasan

A = Luas daerah tangkapan (Ha)

Intensitas hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut :

$$I = \left[\frac{R24}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}.....(2)$$

Keterangan :

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

t = Waktu konsentrasi (jam)

R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Berdasarkan debit rencana tersebut dapat dirancang dimensi saluran air. Saluran pembuangan air berguna untuk menyalurkan air dari lereng menuju ke kolam pengendapan (Priyogi dkk., 2014). Dalam perhitungan dimensi saluran digunakan persamaan Manning yang dapat digunakan untuk memperhitungkan dimensi saluran terbuka maupun tertutup (Hidayat dkk., 2016). Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q = V \times A.....(3)$$

$$Y^2 = \frac{A\sqrt{3}}{3}.....(4)$$

$$P = \frac{6}{\sqrt{3}} Y.....(5)$$

$$R = \frac{1}{2} Y.....(6)$$

$$Tp = \frac{4}{\sqrt{3}} Y.....(7)$$

$$Td = \frac{2}{\sqrt{3}} Y.....(8)$$

Keterangan :

Q = Debit aliran

Y = Tinggi saluran

R = Jari-jari hidrolik
 A = Luas penampang basah
 P = Keliling penampang basah

T_p = Lebar puncak saluran
 T_d = Lebar dasar saluran

Saluran pembuangan air mengalirkan air limpasan menuju kolam pengendapan yang berfungsi untuk mengendapkan partikel yang ada pada air permukaan. Jika partikel yang terbawa oleh air atau yang disebut *Total Suspended Solid* jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan masalah bagi lingkungan dan bagi kegiatan penambangan itu sendiri (Endriantho & Ramli, 2013). Umumnya kolam pengendapan memiliki 4 zona yaitu inlet, zona pemisahan, zona pengendapan, dan outlet (Rumbiono & Abigail, 2020).

2.2 Revegetasi

Revegetasi merupakan penanaman pada lahan yang akan direklamasi dengan tanaman tertentu yang disesuaikan dengan kondisi tanah setempat. Revegetasi didasarkan pada ketersediaan tanaman pada lokasi penelitian yang kemudian dianalisis kecocokannya berdasarkan kriteria hidup tanaman tersebut. Revegetasi hendaknya memperhatikan jarak tanam pada masing-masing tanaman, kedalaman tanah zona pengakaran, dan jumlah tanaman yang diperlukan (Yogie Wirdaningsi Adi dkk., 2017).

2.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan didasarkan pada Peraturan Menteri ESDM nomor 1827 K/MEM/30/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Pertambangan Yang Baik, yaitu dengan melakukan pemupukan, penyulaman, pemeliharaan sarana pengendali erosi selama minimal 3 tahun. Pengendalian gulma juga dilakukan untuk menjaga tumbuhan ekonomis dapat tumbuh dengan baik serta terawat (Munir & Setyowati, 2017).

2.4 Biaya Reklamasi

Perhitungan biaya reklamasi didasarkan pada Peraturan Menteri ESDM nomor 1827 K/MEM/30/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Pertambangan Yang Baik yaitu dengan menghitung biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung terdiri dari biaya penatagunaan lahan, revegetasi, dan pemeliharaan. Biaya tidak langsung terdiri dari mobilisasi alat, biaya perencanaan reklamasi, keuntungan pihak ketiga, dan biaya supervisi. Rincian perhitungan biaya reklamasi adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Perhitungan Biaya Reklamasi

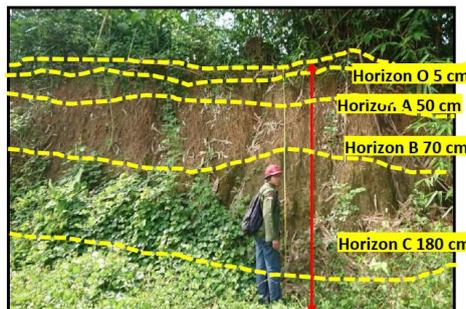
No	Jenis Biaya	Perhitungan biaya
1.	Biaya Langsung	
	a. Penatagunaan lahan	
	- Penataan geometri lereng	
	- Penebaran tanah pucuk	(biaya sewa alat + biaya bahan bakar) x waktu
	- Pembuatan kolam pengendapan	yang diperlukan
	b. Revegetasi	
	- Pengadaan bibit	Jumlah bibit x harga bibit
	- Penanaman	Gaji karyawan x waktu pengerjaan
	c. Pemeliharaan	
	- Pengerukan kolam pengendapan	Biaya sewa alat + biaya bahan bakar
	- Pemeliharaan tanaman	Biaya pemupukan x frekuensi pemupukan
	- Pemangkasan tanaman	Gaji karyawan x waktu pengerjaan
		77
2.	Biaya tidak langsung	
	- Biaya mobilisasi dan demobilisasi	2,5% x biaya langsung

- Biaya perencanaan reklamasi 2 – 10% dari biaya langsung reklamasi
- Biaya administrasi dan keuntungan pihak ketiga 3 – 14% dari biaya langsung
- Biaya supervise 2 – 7% dari biaya langsung

Sumber : Lampiran VI Kepmen ESDM no 1827/ K/ MEM/ 2018

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada pada ketinggian 50 hingga 150 meter di atas permukaan laut dan terbagi menjadi 3 satuan bentuk lahan yaitu lereng perbukitan, dataran, dan satuan penambangan. Bentuk lahan berupa lereng perbukitan mendominasi daerah penelitian seperti tertulis dalam hasil penelitian Van Bemmelen pada tahun 1949 yang menyebutkan bahwa daerah penelitian termasuk ke dome dan punggung zona depresi Jawa bagian Tengah. Bentuk yang ada pada lokasi penelitian dikontrol oleh aktivitas vulkanik yang menyebabkan intrusi batuan beku. Tanah yang berada di area penelitian berwarna coklat muda yang tersebar merata. Ketebalan tanah dari horizon A hingga B berkisar dari 0,4 – 1,2 meter sedangkan ketebalan tanah keseluruhan berkisar dari 1,4 – 3 meter. Pengujian dilakukan pada horizon O, A, B, dan C yang ada pada lokasi penelitian. Berdasarkan perkembangan horizon yang ada serta sifat penciri horizon A yaitu Okrik dan horizon B yaitu Kambik, maka jenis tanahnya menurut Klasifikasi Tanah Nasional yaitu Latosol.



Gambar 1. Kenampakan Tanah di Lapangan
Sumber : Dokumentasi Penulis, 2020

Tabel 3. Hasil Pengujian Kimia Tanah

Keterangan	Horizon O	Horizon A	Horizon B	Horizon C
Kadar air (%)	6,67	4,06	6,43	4,48
pH	5,79	5,89	5,85	6,05
C organic (%)	1,71	2,08	2,03	2,63
N (%)	0,05 (sangat rendah)	0,06 (sangat rendah)	0,06 (sangat rendah)	0,09 (sangat rendah)
P2O5 (ppm)	63 (sangat tinggi)	109 (sangat tinggi)	49 (tinggi)	62 (sangat tinggi)
K2O (ppm)	21,30 (sedang)	20,72 (rendah)	10,06 (rendah)	20,89 (rendah)
KTK (Cmol+kg)	34,31 (tinggi)	27,08 (tinggi)	36,53 (tinggi)	27,51 (tinggi)

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021

Batuan yang ditemukan pada daerah penelitian merupakan batuan beku berwarna abu-abu hingga kecoklatan yang melimpah plagioklas. Hasil analisis batuan secara mikroskopis didapatkan hasil bahwa batuan yang ada pada lokasi penelitian yaitu Andesit porfiri menurut Russel B. Travis tahun 1955, dengan keterdapatan mineral plagioklas sebanyak 65%, klino-piroksen 11%, biotit 6%, kuarsa 3%, sanidine 5%, masa dasar berukuran halus yang terdiri dari mikrokristalin plagioklas dengan kelimpahan 8%, dan mineral opak 2%. Kondisi batuan yang ada di lokasi penelitian terdapat banyak rekahan dan dalam kondisi lapuk.



Gambar 2. Kondisi Batuan Pada Lokasi Penelitian
Sumber : Dokumentasi Penulis, 2020

Tumbuhan sengon merupakan tumbuhan yang paling banyak dijumpai pada daerah penelitian. Tumbuhan sengon juga tergolong tumbuhan pioner (*fast growing*) karena mampu tumbuh dalam waktu yang singkat. Tumbuhan sengon tidak memerlukan kriteria lahan yang sulit dan dapat hidup dalam kondisi sulit (sulit air maupun zona pengakaran yang tipis). Tanaman jagung dan singkong merupakan tanaman pangan yang banyak ditanam oleh warga setempat. Kondisi lahan yang cenderung kering cocok untuk ditanami jagung dan singkong.

3.1 Penatagunaan Lahan

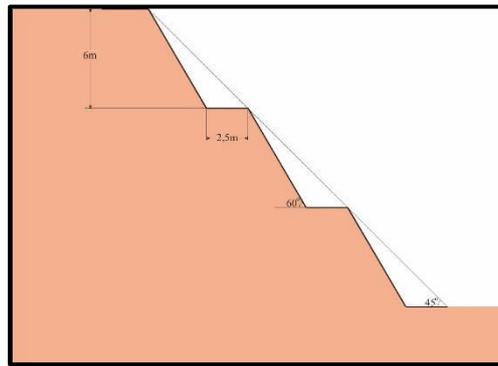
Lereng yang ada pada area penelitian berupa tebing sisa penambangan dengan ketinggian mencapai 25 meter dan kemiringannya mencapai 80° sehingga perlu dilakukan rekayasa untuk mengubah geometri lereng agar sesuai dengan ketentuan. Material penyusun pada tebing sisa penambangan yaitu batuan beku yang memiliki banyak bidang diskontinu berupa rekahan, sehingga sudut lereng akhir menurut Pergub Jawa Timur nomor 62 Tahun 2010 yaitu 45° dan sudut jenzangnya 60° serta ketinggian antar jenzangnya 6 meter.

Tabel 4. Kriteria Geometri Lereng

No	Jenis Batuan	Sudut Lereng			Tinggi Teras (m)
		Sudut teras ($^\circ$)	Lereng akhir ($^\circ$)	Lantai penggalian ($^\circ$)	
1	Sedimen lepas	45	30	2-3	3
2	Sedimen kompak	60	45	2-3	8
3	Batuan beku/metamorf (banyak retak)	60	45	2-3	6
4	Batuan beku/metamorf (massif)	75	60	1-2	8

Sumber : Lampiran I Pergub Jawa Timur No 62 Tahun 2010

Pengaturan lebar jenzang disesuaikan dengan ketentuan dari Kementerian Kehutanan terkait pembuatan teras bangku yaitu dengan lebar minimal 1,5 meter sebagai bidang olahnya dan kemiringan jenzangnya (*backslope*) 2° . Sketsa dimensi jenzang dan peta akhir penambangan disajikan pada gambar berikut :



Gambar 3. Sketsa Geometri Jenjang
Sumber : Ilustrasi Penulis, 2021

Material yang perlu digali untuk mencapai rencana akhir penambangan yaitu 1.209.227,309 BCM yang terdiri atas material tanah dan batuan. Volume tanah yang perlu digali yaitu 81.360,675 BCM yang terdiri dari horizon A, B, dan C. Volume batuan yang perlu digali yaitu 1.127.916,634 BCM. Alat yang terdapat pada lokasi yaitu berupa 1 unit excavator 20 ton dan 1 unit breaker 20 ton dengan kebutuhan bahan bakar mencapai 20 liter/jam. Biaya solar industri untuk area pulau Jawa bulan Juni 2021 yaitu Rp 11.600,00 (www.hargasolarindustri.com, 2021). Daftar alat dan biaya sewa disajikan sebagai berikut:

Tabel 5. Harga Sewa Alat dan Upah Operator

Alat	Biaya Sewa (per jam)	Biaya Upah Operator (per hari)	Kebutuhan Bahan Bakar (liter/jam)
PC Kobelco 200	320.000	200.000	20
Kobelco 200 breaker	320.000	300.000	20

Sumber : www.trek.id, 2021

Alat yang diperlukan untuk penggalian batuan dan tanah pun berbeda. Berikut merupakan kebutuhan alat penggalian material menurut Rugbia (2020) :

Tabel 6. Produktivitas Alat Yang Dibutuhkan

Keterangan	Alat yang dibutuhkan	Produktivitas alat (BCM / jam)
Penggalian tanah	Excavator	156,41
Penggalian batuan	Breaker + excavator	61,31

Sumber : Rugbia, 2020

Berdasarkan data produktivitas tersebut, waktu yang dibutuhkan untuk penggalian tanah hingga mencapai rencana akhir penambangan yaitu 66 hari sedangkan penggalian batuan membutuhkan waktu 2300 hari dan biaya total yang dibutuhkan yaitu Rp 21.531.080.000,00 dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 7. Biaya Pembuatan Jenjang

Keterangan	Alat yang dibutuhkan	Waktu yang dibutuhkan (jam)	Biaya yang dibutuhkan
Penggalian tanah	Excavator	520	Rp 300.792.000,00
Penggalian batuan	Breaker + excavator	18.397	Rp 21.230.288.000,00
		Total Biaya	Rp 21.531.080.000,00

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021

3.2 Pengendalian Erosi dan Sedimentasi

Pengendalian erosi dan sedimentasi dilakukan dengan membuat saluran teras pada masing-masing jenjang serta membuat saluran pembuangan air untuk mengalirkan air dari batas permasalahan menuju ke luar batas permasalahan serta meminimalisir terjadinya erosi akibat aliran permukaan yang

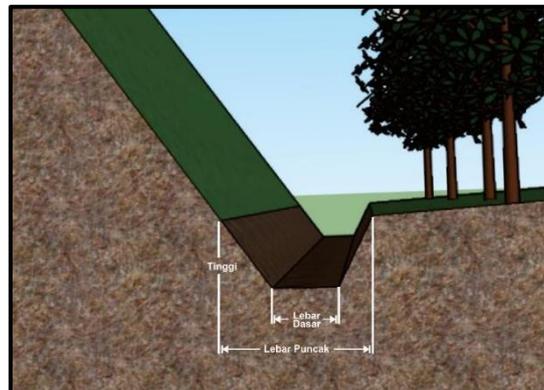
tidak terkontrol. Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada data curah hujan yang kemudian diolah untuk mendapatkan nilai debit rencana. Nilai hujan rencana yang digunakan untuk penyaliran keliling tambang yaitu pada kala ulang 25 tahun (Rudy, 1994). Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun, maka didapati hasil perhitungan hujan rencana sebagai berikut:

Tabel 8. Perhitungan Hujan Rencana

T (Tahun)	Rt (mm)
2	314,0256
5	414,2938
10	480,6694
25	564,5621
50	626,7898
100	688,5586

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021

Hujan rencana pada dijadikan dasar perhitungan debit rencana yang kemudian dilakukan perhitungan dimensi saluran jenjang dan saluran pembuangan air yang berbentuk trapesium dengan lebar dasar yang lebih sempit dari lebar puncaknya.



Gambar 4. Sketsa Saluran Drainase

Sumber : Ilustrasi Penulis, 2021

Tabel 9. Dimensi Saluran Teras

Ket	Tinggi (m)	Lebar Puncak (m)	Lebar Dasar (m)
MUKA LERENG 1			
BENCH 36	0,385	0,890	0,445
BENCH 42	0,353	0,815	0,408
BENCH 48	0,345	0,796	0,398
BENCH 54	0,335	0,774	0,387
BENCH 60	0,307	0,709	0,355
MUKA LERENG 2			
BENCH 36	0,411	0,950	0,475
BENCH 42	0,413	0,953	0,476
BENCH 48	0,414	0,956	0,478
BENCH 54	0,415	0,959	0,480
BENCH 60	0,417	0,963	0,481
BENCH 66	0,418	0,965	0,483
BENCH 72	0,408	0,942	0,471
BENCH 78	0,404	0,932	0,466
BENCH 84	0,398	0,919	0,459
MUKA LERENG 3			
BENCH 36	0,444	1,025	0,512
MUKA LERENG 4			
BENCH 42	0,445	1,027	0,514
BENCH 48	0,446	1,030	0,515
BENCH 54	0,447	1,032	0,516
BENCH 60	0,448	1,035	0,517
BENCH 66	0,449	1,037	0,519
BENCH 72	0,450	1,040	0,520
BENCH 78	0,451	1,042	0,521
BENCH 84	0,451	1,041	0,521
BENCH 90	0,411	0,949	0,474
BENCH 96	0,371	0,856	0,428
BENCH 36	0,337	0,777	0,389
BENCH 42	0,338	0,781	0,390
BENCH 48	0,340	0,784	0,392
BENCH 54	0,341	0,787	0,394
BENCH 60	0,342	0,791	0,395
BENCH 66	0,344	0,794	0,397
BENCH 72	0,345	0,797	0,398
BENCH 78	0,346	0,800	0,400
BENCH 84	0,348	0,803	0,401
BENCH 90	0,332	0,766	0,383
BENCH 96	0,310	0,715	0,357

MUKA LERENG 5			
BENCH 36	0,361	0,834	0,417
BENCH 42	0,370	0,855	0,428
BENCH 48	0,378	0,874	0,437
BENCH 54	0,386	0,891	0,445
BENCH 60	0,392	0,906	0,453
BENCH 66	0,399	0,921	0,460
BENCH 72	0,404	0,934	0,467
BENCH 78	0,410	0,946	0,473
BENCH 84	0,415	0,958	0,479
BENCH 90	0,362	0,837	0,418
BENCH 96	0,325	0,751	0,376
BENCH 102	0,262	0,605	0,303
BENCH 108	0,239	0,552	0,276
BENCH 114	0,204	0,471	0,235
BENCH 120	0,172	0,398	0,199
MUKA LERENG 6			
BENCH 36	0,399	0,922	0,461
BENCH 42	0,404	0,934	0,467
BENCH 48	0,409	0,945	0,472
BENCH 54	0,414	0,955	0,478
BENCH 60	0,418	0,965	0,483
BENCH 66	0,422	0,974	0,487
BENCH 72	0,426	0,983	0,492
BENCH 78	0,425	0,982	0,491
BENCH 84	0,414	0,955	0,478
BENCH 90	0,397	0,917	0,459

BENCH 96	0,387	0,893	0,447
BENCH 102	0,378	0,873	0,436
BENCH 108	0,366	0,845	0,422
BENCH 114	0,346	0,799	0,399
BENCH 120	0,323	0,745	0,373
MUKA LERENG 7			
BENCH 36	0,393	0,907	0,453
BENCH 42	0,398	0,919	0,459
BENCH 48	0,403	0,930	0,465
BENCH 54	0,403	0,931	0,466
BENCH 60	0,400	0,924	0,462
BENCH 66	0,397	0,917	0,458
BENCH 72	0,345	0,796	0,398
MUKA LERENG 8			
BENCH 36	0,417	0,963	0,482
BENCH 42	0,420	0,970	0,485
BENCH 48	0,401	0,926	0,463
BENCH 54	0,308	0,710	0,355
MUKA LERENG 9			
BENCH 36	0,376	0,869	0,434
MUKA LERENG 10			
BENCH 36	0,378	0,872	0,436
BENCH 42	0,161	0,372	0,186
MUKA LERENG 11			
BENCH 36	0,381	0,880	0,440

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021

Air yang mengalir pada masing-masing teras melalui saluran teras akan menuju pada saluran pembuangan air (SPA) yang memotong kontur sehingga air dapat dibuang dari lereng. Debit pada saluran pembuangan air merupakan penjumlahan debit pada saluran teras yang akan menyalurkan air menuju saluran pembuangan air. Terdapat 6 saluran pembuangan air dengan data yang disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 10. Dimensi Saluran Pembuangan Air

Ket	Q (m ³ /jam)	Tinggi (m)	Lebar Puncak (m)	Lebar Dasar (m)
SPA 1	14788,973	0,994	2,296	1,148
SPA 2	10307,343	0,830	1,917	0,958
SPA 3	13854,966	0,962	2,222	1,111
SPA 4	11642,712	0,882	2,037	1,018
SPA 5	6233,839	0,645	1,491	0,745
SPA 6	5259,151	0,593	1,369	0,685

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021

Seluruh saluran pembuangan air akan menuju ke SPA dasar yang berfungsi untuk menyalurkan seluruh air permukaan yang ada pada batas permasalahan sehingga dapat dikeluarkan menuju saluran air terdekat (irigasi). Data SPA dasar disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 11. Dimensi Saluran Pembuangan Dasar

Ket	Q (m ³ /jam)	Tinggi (m)	Lebar Puncak (m)	Lebar Dasar (m)
SPA Dasar	68441,571	4,685	10,820	5,410

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021

Dalam pembuatan drainase juga memerlukan biaya terutama yang berhubungan dengan alat berat seperti biaya sewa alat, upah operator, dan bahan bakar. Perhitungan biaya tersebut didasarkan pada

volume material yang akan digali dan waktu yang diperlukan untuk penggalian. Biaya yang diperlukan dalam pembuatan saluran drainase yaitu Rp 549.504.000,00 dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 12. Biaya Pembuatan Drainase

Keterangan	Alat yang dibutuhkan	Volume yang digali (BCM)	Waktu yang dibutuhkan (jam)	Biaya yang dibutuhkan
Saluran Teras		1712,162	28	Rp 32.512.000,00
Saluran Pembuangan Air	Breaker + excavator	465,312	8	Rp 9.232.000,00
Saluran Pembuangan Dasar		26920,351	440	Rp 507.760.000,00
Total Biaya				Rp 549.504.000,00

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021

3.3 Penebaran Tanah Pucuk

Keterdapatan tanah pada batas permasalahan terhitung dari horizon A,B,C dengan tebal rata-rata 2,475 meter sedangkan zona pengakaran terhitung dari horizon A hingga B dengan tebal rata-rata 0,875 meter. Kebutuhan tanah dihitung dengan ketebalan rata-rata 1 meter dan luasan area 74.077 m². Berikut merupakan hasil perhitungan kebutuhan tanah dan keterdapatan tanah :

Tabel 13. Perhitungan Keterdapatan Tanah dan Kebutuhan Tanah

Kebutuhan Tanah untuk Penebaran	Keterdapatan Solum Tanah (horizon A, B, C)	Keterdapatan Zona Pengakaran (Horizon A, B)
74.077 BCM	81.360,675 BCM	28.763,875 BCM

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, volume tanah yang dibutuhkan sebagai media revegetasi tidak dapat mencukupi kebutuhan tanah jika dilakukan penebaran, maka perlu dilakukan rekayasa yaitu pembuatan lubang tanam sehingga pengisian tanah hanya dilakukan pada lubang tanam tersebut.

3.4 Revegetasi

Tanaman lokal yang terdapat pada lokasi penelitian yaitu singkong dan jagung, sedangkan tanaman cepat tumbuh yang terdapat pada lokasi penelitian berupa sengon. Tanaman jagung dan singkong merupakan tanaman pangan yang dapat mendongkrak ekonomi masyarakat setempat jika kegiatan penambangan sudah berhenti. Sengon merupakan tanaman yang dimanfaatkan kayunya untuk keperluan industri dengan masa panen 5 tahunan, sehingga juga dapat menjadi sumber penghasilan pasif bagi masyarakat. Pemilihan sengon dan jagung juga mempertimbangkan tentang kriteria hidup tanaman tersebut, yang telah disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 14. Kriteria Hidup Tanaman

Keterangan	Kriteria Hidup Sengon	Kriteria Hidup Jagung
Kadar air (%)	-	-
pH	>4,5	>5,5
C organic (%)	-	>0,8
N (%)	Sangat rendah	Sangat rendah
P2O5 (ppm)	Sangat rendah	Sangat rendah
K2O (ppm)	Sangat Rendah	Sangat Rendah
KTK (Cmol+kg)	Sangat rendah	Sangat rendah

Sumber : Pehitungan Penulis, 2021

Berdasarkan hasil pengujian tanah tersebut, diketahui bahwa kualitas kimia tanah pada seluruh horizon memenuhi kriteria hidup sengon, jagung, dan singkong sehingga dapat ditanami sengon dan jagung. Penanaman sengon dilakukan pada tiap jenjang dimulai dari jenjang ketinggian 36 hingga 120. Jarak tanam sengon yaitu 6 meter dan dilakukan pada lubang tanam dengan ukuran 1m x 1m x 1m. Pembuatan lubang tanam dilakukan dengan alat berat berupa 1 unit breaker tanpa bantuan *excavator* karena dimensi galian yang kecil. Jumlah tanaman yang direncanakan yaitu 929 tanaman.

Penanaman tanaman lokal berupa jagung dilakukan pada dasar elevasi akhir penambangan yaitu 30 mdpl yang berupa dataran seluas 25.217 m² yang dilakukan dengan jarak tanam 1m x 1m tanpa menggunakan lubang tanam, namun menggunakan guludan yang dibuat memanjang pada dataran yang akan ditanam. Harga bibit tanaman sengon dan jagung disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 15. Harga Bibit Tanaman

Keterangan	Harga
Sengon	Rp 2.000,00 (per bibit siap tanam)
Jagung	Rp 20.000,00 (per kg benih)

Sumber : Akib, 2012

Proses revegetasi yang dilakukan dengan sengon dan jagung memerlukan biaya sebesar Rp 7.258.000,00 dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 16. Biaya Revegetasi

Keterangan	Harga
Pengadaan bibit	Rp 2.058.000,00
Penggalian lubang tanam	Rp 5.200.000,00

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021

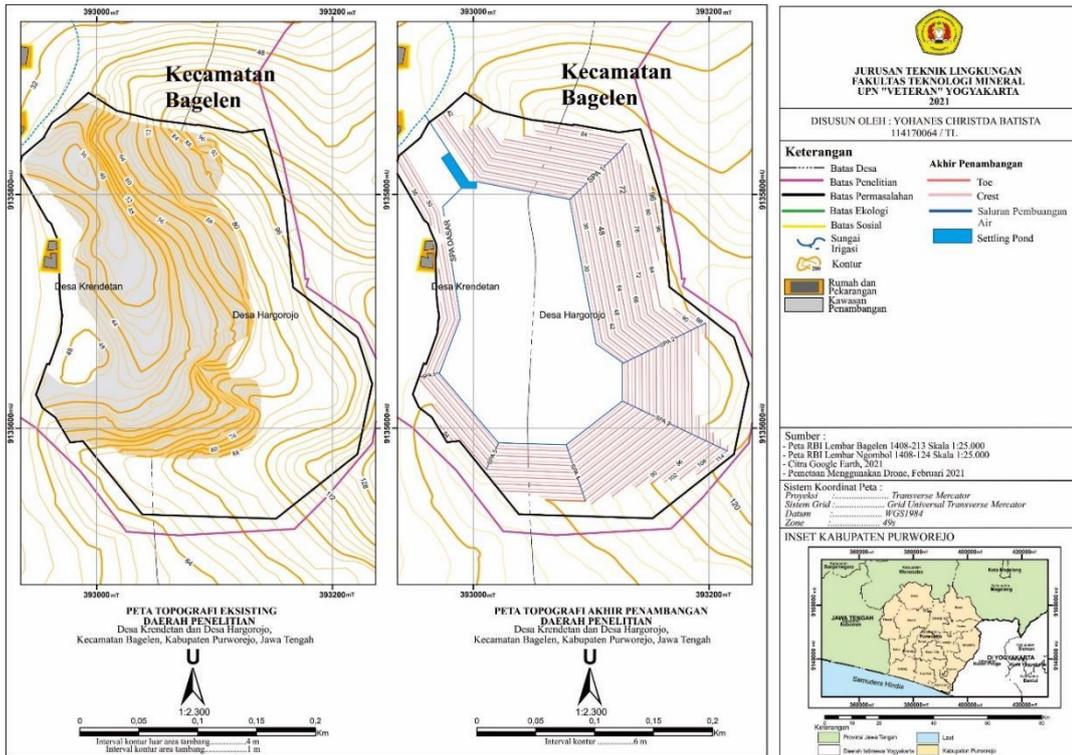
3.5 Biaya Reklamasi

Biaya yang diperlukan untuk reklamasi terdiri dari biaya langsung dan tidak langsung. Biaya langsung merupakan biaya yang dibutuhkan secara langsung dan memberikan manfaat secara langsung dalam proses reklamasi. Kebutuhan biaya reklamasi disajikan dalam tabel berikut :

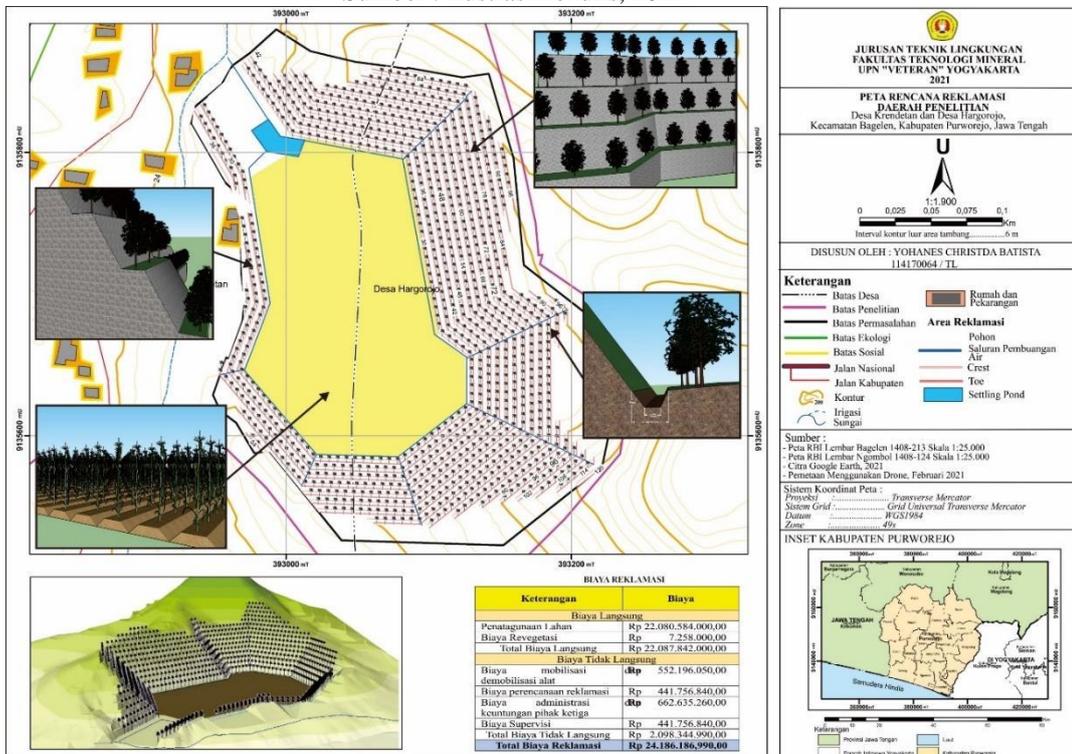
Tabel 17. Biaya Reklamasi

Keterangan	Biaya
Biaya Langsung	
Penatagunaan Lahan	Rp 22.080.584.000,00
Biaya Revegetasi	Rp 7.258.000,00
Total Biaya Langsung	Rp 22.087.842.000,00
Biaya Tidak Langsung	
Biaya mobilisasi dan demobilisasi alat	Rp 552.196.050,00
Biaya perencanaan reklamasi	Rp 441.756.840,00
Biaya administrasi dan keuntungan pihak ketiga	Rp 662.635.260,00
Biaya Supervisi	Rp 441.756.840,00
Total Biaya Tidak Langsung	Rp 2.098.344.990,00
Total Biaya Reklamasi	Rp 24.186.186.990,00

Sumber : Perhitungan Penulis, 2021



Gambar 5. Peta Topografi Eksisting dan Akhir Penambangan
Sumber : Ilustrasi Penulis, 2021



Gambar 6. Peta Rencana Reklamasi
Sumber : Ilustrasi Penulis, 2021

KESIMPULAN

Rencana reklamasi yang dilakukan dengan menata permukaan lahan berupa pembuatan jenjang pada lereng tinggi antar jenjang 6 meter dan sudut antar jenjang 60° serta *backslope* yang direncanakan yaitu 2°, kemiringan lereng yang direncanakan yaitu 45°. Pembuatan saluran drainase jenjang disertai 6 SPA untuk mengalirkan air dari lereng serta 1 saluran pembuangan dasar dengan dimensi beragam.

Masing-masing jenjang dilakukan penanaman sengon dengan jarak tanam 6 meter dan dibutuhkan 929 pohon sengon dengan sistem pot, sedangkan pada datarannya dilakukan penanaman jagung dengan sistem guludan dan jarak tanamnya 1 meter. Biaya reklamasi yang diperlukan yaitu Rp 24.186.186,990,00 dengan rincian biaya langsung sejumlah Rp 22.087.842.000,00 dan biaya tidak langsung sejumlah Rp 2.098.344.990,00.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta atas dukungan dan fasilitas yang diberikan kepada penulis. Terima kasih kepada LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta atas bantuan hibah penelitian sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akib, Muh. Akhsan. 2012. Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays. L*) Yang Ditumpangsarikan Dengan Ubi Kayu (*Manihot Esculanta*) Pada Waktu Tanam Yang Berbeda. *Jurnal Galung Tropika*, halaman 15-23.
- Annisa. 2017. Reklamasi Lahan Pasca Tambang Di Desa Bukit Mulia dan Sumber Jaya PT Akbar Mitra Jaya, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 3 (2) : 70-81.
- Arief, N., 2004. *Prinsip-Prinsip Reklamasi Tambang. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*. Bandung : UNISBA.
- Asmarhansyah, A., & Hasan, R. (2020). Reklamasi Lahan Bekas Tambang Timah Berpotensi sebagai Lahan Pertanian di Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 12(2), 73. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v12n2.2018.73-82>
- Baskorowati, Liliana. 2014. *Budidaya Sengon Unggul (Falcataria Moluccana) Untuk Pengembangan Hutan Rakyat*. IPB Press : Bogor.
- Dariah, A., Haryati, U., & Budhyastoro, T. (1980). *Teknologi Konservasi Tanah Mekanik (Vol. 21, Issue 5)*. <https://doi.org/10.1536/ihj.21.645>
- Faisal Muhammad, A., Dwi Reping, D., & Wawong Dwi, R. (2019). Rencana Biaya Reklamasi Langsung Program Pascatambang Lahan Bekas Tambang Di Cv. Empat Jaya, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan I (SEMITANI) 2019 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Indonesia, 24 Agustus, 2019, Semitan I*.
- Hardiyatmo, Hary Christiady. 2006. *Penanganan Tanah Longsor Dan Erosi*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hardjowigeno, Sarwono dan Widiatmaka. 2020. *Evaluasi Kesesuaian Lahan & Perencanaan Tataguna Lahan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hirfan. 2016. Strategi Reklamasi Pasca Tambang. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik Volume 1, Nomor 1 : 101 – 108*.
- Inabuy, S. L., Nirmala, A., & Meilasari, F. (2007). RENCANA TEKNIS KEGIATAN REKLAMASI PADA TAMBANG BATU GRANIT PT . GILGAL BATU ALAM LESTARI KECAMATAN SUNGAI KUNYIT KABUPATEN MEMPAWAH KALIMANTAN BARAT. 1–9.
- Klein, Cornelis dan Philpotts, A R. 2017. *Earth Materials : Introduction to Mineralogy and Petrology*. United Kingdom : Cambridge University Press.
- Mulyatiningsih, E. (2011). *Riset Terapan Bidang Pendidikan dan Teknik*. UNY Press.
- Natasha, R. & Gusman, M. 2020. Perencanaan Investasi Jangka Pendek pada Penambangan Andesit PIT

- 3 PT. Mega Sejahtera Sukan Pangkalan Kab. Limapuluh Kota Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang vol 5 No 4* : 68-79.
- Rambe, S.A.A., Nurhikmah, dan Herniti, Dwi. 2020. Rencana Reklamasi Pada Lahan Bekas Penambangan Batu Andesit Di Cv Tirta Baru Laksana Desa Hargorojo Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan I (SEMITAN I)*. Surabaya : Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Ritung, Sofyan. 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan Dengan Contoh Peta Arahana Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat*. Balai Penelitian Tanah : Bogor.
- Subardja, D., S. Ritung, M. Anda, Sukarman, E. Suryani, dan R.E. Subandiono. 2016. *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Edisi Ke-2. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*. Alfabeta.
- Wahyudi, D. (2014). Teknik Konservasi Tanah serta Implementasinya pada Lahan Terdegradasi dalam Kawasan Hutan. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 6(2), 71–85. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol6.iss2.art1>
- Wijayanti, Heni S, dkk. 2019. Rencana Reklamasi Pasca Tambang Bahan Galian Sirtu Desa XXX, Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan I (SEMITAN I)*. Surabaya : Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- <http://www.trek.id> , diakses pada tanggal 12 Juni 2021 Pukul 18.30 WIB
- <http://www.hargasolarindustri.com> , diakses pada tanggal 14 Juni 2021 Pukul 09.00 WIB
- Peraturan Perundang-undangan*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2020 tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan*
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.4/Menhut-II/2011 Tentang Pedoman Reklamasi Hutan*
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 Tahun 2010 Tentang Kriteria Kerusakan Lahan Penambangan Sistem Tambang Terbuka Di Jawa Timur*