

REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN BATU PASIR

**ESTHI KUSDARINI¹, IMELDA SRILESTARI MABUAT¹, FAIRUS ATIKA¹
REDANTO PUTRI**

1. Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 60117
Email: esti@itats.ac.id

ABSTRAK

CV. BS melakukan penambangan batu pasir yang menyisakan lahan tidak rata dan tandus. Penelitian ini bertujuan: 1) mendapatkan rona awal lahan pertambangan: peruntukan lahan, kelandaian topografi, elevasi, 2) menentukan rona akhir lahan penambangan: bentuk lahan pasca penambangan, 3) rancangan teknis reklamasi: luas lahan reklamasi, waktu reklamasi, penatagunaan lahan, bentuk penampang dan dimensi saluran drainase, revegetasi, pemeliharaan. Metode yang digunakan adalah pengamatan, wawancara, pengumpulan data sekunder dan perhitungan matematis dengan bantuan tools software. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) rona awal area pertambangan berupa pertanian lahan kering dengan vegetasi: rumput liar, kelandaian topografi: $10^{\circ} - 20^{\circ}$, dan ketinggian elevasi: 41 – 61 mdpl, 2) rona akhir area pertambangan berupa lahan dengan satu jenjang dengan ketinggian 8 m dan kemiringan 60° , 3) luas area reklamasi sebesar 4,42 Ha; penimbunan lahan untuk membentuk teras bangku, selanjutnya dilakukan penebaran tanah pucuk setebal 40 cm atau 17.680 m^3 , penampang saluran drainase berbentuk trapesium dengan kedalaman (h) 0,5 m, lebar bawah (B) 0,3 m, koefisien dinding saluran (n) 0,03, dan sudut kemiringan (θ) 60° ; revegetasi membutuhkan bibit pohon sengon: 1770 buah dan kacang ruji: 13,26 kg; pemeliharaan membutuhkan pupuk urea: 354 kg dan pupuk kandang: 885 kg.

Kata kunci: batu pasir, reklamasi, sengon.

ABSTRACT

CV. BS carries out sandstone mining which leaves uneven and barren land. This research aims to: 1) obtain the initial baseline of mining land: land use, topographic slope, elevation, 2) determine the final baseline of mining land: post-mining land form, 3) reclamation technical design: area of reclaimed land, reclamation time, land use, shape cross-section and dimensions of drainage channels, revegetation, maintenance. The methods used are observation, interviews, secondary data collection and mathematical calculations with the help of software tools. The research results show that: 1) the initial baseline of the mining area is dry land farming with vegetation: wild grass, topographic slope: $10^{\circ} - 20^{\circ}$, and elevation height: 41 – 61 meters above sea level, 2) the final baseline of the mining area is land with one level of elevation. 8 m and a slope of 60° , 3) the reclamation area is 4.42 Ha; filling the land to form a bench terrace, then spreading top soil 40 cm thick or $17,680 \text{ m}^3$, the cross-section of the drainage channel is trapezoidal with a depth (h) of 0.5 m, bottom width (B) 0.3 m, channel wall coefficient (n) 0.03, and tilt angle (θ) 60° ; revegetation requires sengon tree seeds: 1770 fruits and ruji nuts: 13.26 kg; maintenance requires urea fertilizer: 354 kg and manure: 885 kg.

Keywords: sandstone, reclamation, sengon.

1. PENDAHULUAN

CV. BS adalah perusahaan yang bergerak di bidang penambangan batu pasir. Perusahaan ini berlokasi di daerah Pasuruan, Jawa Timur. Penambangan yang dilakukan CV. BS adalah penambangan terbuka sehingga menyisakan lahan bekas penambangan yang tidak rata. Selain meninggalkan lahan yang tidak rata, tandus, dan kering, kegiatan penambangan menyebabkan hilangnya vegetasi dan keanekaragaman hayati sehingga fungsi lahan mengalami penurunan. Fungsi lahan pasca penambangan bisa dipulihkan kembali dengan melakukan reklamasi. Reklamasi bisa berjalan dengan baik apabila direncanakan dengan baik. Perencanaan reklamasi yang baik harus menyesuaikan dengan tata guna lahan dan kondisi lingkungan sekitar daerah penambangan (Z. Feng dkk., 2022). Pada perencanaan reklamasi yang baik perlu dipastikan bahwa pemanfaatan lahan bekas penambangan dikelola sesuai dengan tata guna lahan setempat. Metode reklamasi dan perencanaan reklamasi yang diterapkan harus baik dan sistematis. Perencanaan reklamasi tambang yang baik bertujuan untuk mengembalikan fungsi lahan bekas tambang sesuai dengan ekosistem daerah setempat (Kumar dkk., 2022). Reklamasi dilakukan melalui tiga tahapan kegiatan, yaitu penatagunaan lahan, revegetasi, dan pemeliharaan.

Penatagunaan lahan diawali dengan penimbunan, pembuatan saluran drainase, dan kemudian penaburan tanah pucuk yang berfungsi untuk mengembalikan kesuburan tanah. Kegiatan selanjutnya setelah penatagunaan lahan adalah revegetasi. Revegetasi adalah kegiatan menanam lahan dengan tanaman utama dan tanaman penutup. Kegiatan terakhir dalam kegiatan reklamasi adalah pemeliharaan tanaman ini agar tumbuh subur. Pemeliharaan meliputi penyiangan, pemberantasan hama, dan pemupukan (ESDM, 2018). Kegiatan reklamasi seringkali tidak berjalan baik sesuai dengan yang direncanakan. Beberapa tanaman tidak bisa tumbuh dengan subur meskipun sudah dipelihara dengan baik. Oleh karena itu beberapa penelitian telah dilakukan untuk merencanakan teknis reklamasi. Kusdarini dkk telah menghasilkan temuan rancangan teknis reklamasi pada lahan penambangan batu andesit di daerah Pasuruan (Kusdarini, dkk., 2022). Feng dkk. menghasilkan temuan rancangan reklamasi pada lahan bekas penambangan batubara bawah tanah di Cina Timur dengan mempertimbangkan penurunan permukaan air tanah (Z. Feng dkk., 2022). Li dkk menghasilkan temuan rancangan terpadu penambangan batubara bawah tanah dengan reklamasi tambang akan memandu penambangan berkelanjutan. Rancangan penambangan batubara bawah tanah meliputi rancangan pembangunan jalan, persiapan jalan, jalan panel, dan permukaan kerja. Sedangkan rancangan reklamasi meliputi elevasi reklamasi, kedalaman penggalian, tata letak reklamasi, dan waktu reklamasi. Rancangan terpadu juga dapat mengurangi kontradiksi antara pemerintah, pengusaha tambang, dan masyarakat setempat (Li dkk., 2022). Melalui rancangan terpadu diharapkan dapat mengembalikan ekosistem lahan bekas penambangan yang direklamasi.

Rancangan terpadu kegiatan reklamasi merupakan jembatan dari dua kepentingan, yaitu kegiatan penambangan yang menyediakan bahan baku berbagai industri dan kegiatan untuk mengembalikan ekosistem lahan pasca penambangan. Barang tambang yang diperlukan berbagai industri merupakan bahan baku yang dapat digunakan sebagai sarana untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pada kegiatan penambangan, selain menyediakan bahan baku berbagai industri, limbah kegiatan penambangan juga masih bisa dimanfaatkan untuk keperluan industri (Kusdarini, dkk., 2022). Selain dampak positif, kegiatan penambangan juga menyebabkan beberapa dampak negatif, yaitu mengakibatkan gangguan terhadap fungsi ekosistem. Gangguan fungsi ekosistem pada lahan bekas penambangan dapat diperbaiki melalui kegiatan reklamasi. Kegiatan reklamasi harus disesuaikan dengan kondisi lahan agar berdampak positif terhadap ekosistem dan kesejahteraan manusia.

Perbaikan fungsi ekosistem dapat dilakukan dengan pendekatan analisis kesesuaian lahan untuk rencana reklamasi lokasi pertambangan dengan menggunakan metode bobot entropi (Kumar dkk., 2022). Anda dkk (2022), menghasilkan temuan bahwa mineralogi tanah memberikan data karakterisasi tanah, terutama terkait cadangan unsur hara, sifat fisik dan kimia tanah, dan kandungan logam berat dalam tanah bekas lahan penambangan timah. Informasi ini penting untuk membuat rancangan teknis reklamasi dan keberhasilan reklamasi. Penelitian ini membuktikan bahwa sebelas tanaman uji memiliki kemampuan beradaptasi yang berbeda-beda terhadap tanah bekas penambangan. Tanah bekas penambangan mengandung unsur hara yang tidak mendukung pertumbuhan dari sebelas tanaman uji, yaitu mengandung SiO_2 yang sangat tinggi (92–96%) terkait terutama dengan dominasi kuarsa dalam konstituen mineral, dan kandungan Ca, Mg, P, K, dan S yang sangat rendah dinyatakan sebagai oksida ($<0,2\%$). Hal ini menunjukkan bahwa semua unsur hara yang terkandung dalam lahan bekas penambangan merupakan kendala berat bagi pertumbuhan tanaman (Anda dkk., 2022). Zhou dkk. (2022), menghasilkan temuan bahwa identifikasi dan analisis vegetasi yang direklamasi memberikan dukungan teknis dan dasar teoritis untuk inversi parameter fisiologis vegetasi yang direklamasi di area penambangan tanah jarang dan pemantauan efek reklamasi. Hal ini berfungsi untuk mewujudkan pemantauan lingkungan ekologis skala besar di daerah pertambangan (Zhou, Li, dan Xu, 2022). Awotwi dkk. (2021), menghasilkan temuan bahwa kegiatan penambangan bijih emas berdampak pada komponen hidrologi dari pertambangan skala kecil maupun besar. Akibat kegiatan pertambangan air limpasan permukaan meningkat: pada pertambangan bijih emas skala kecil sebesar 51,5% dan pada pertambangan bijih emas ilegal sebesar 43,9%; sedangkan aliran dasar berkurang: pada pertambangan bijih emas skala kecil sebesar 24,4% dan pada pertambangan bijih emas ilegal sebesar 22,9%. Dari hasil tersebut, perhatian khusus harus diberikan pada kegiatan reklamasi dan pengelolaan air yang dapat memecahkan masalah regulasi dan pengelolaan lingkungan yang muncul yang dihadapi oleh sektor pertambangan (Awotwi dkk., 2021).

Penelitian-penelitian tersebut telah menghasilkan temuan rancangan teknis reklamasi di berbagai lahan bekas penambangan yang bertujuan mengembalikan ekosistem lahan. Penelitian-penelitian tersebut berfokus pada masalah tanah, ketahanan tanaman, hidrologi, yang mana masing-masing daerah menghasilkan rancangan teknis yang spesifik. CV. BS melakukan penambangan batu pasir di daerah Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia membutuhkan data rancangan teknis reklamasi sesuai dengan kondisi daerah setempat. Kegiatan reklamasi dilakukan berdasarkan rona akhir lahan penambangan PT. BS. Oleh karena lahan bekas penambangan batu pasir CV. BS berbentuk jenjang dengan ketinggian cukup besar maka dibutuhkan rancangan teknis yang tepat untuk kegiatannya reklamasi. Oleh karena itu berdasarkan data rona akhir dan rona awal lahan penambangan yang diperoleh maka sangatlah penting dalam penelitian ini untuk mengkaji rona awal dan akhir lahan penambangan, penatagunaan lahan, bentuk dan dimensi saluran drainase, waktu reklamasi, kebutuhan tanah pucuk, bibit tanaman, dan pupuk, dengan menyesuaikan kondisi lahan sehingga bisa memperbaiki ekosistem.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di area penambangan batu pasir CV. BS yang berlokasi di Desa Sumberejo, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Saat ini CV. BS sudah selesai melakukan kegiatan penambangan dan sedang merencanakan kegiatan reklamasi. Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa Langkah: 1) data rona awal lahan penambangan berupa kemiringan topografi, elevasi, luas area reklamasi diperoleh dari data perusahaan; 2) data rona akhir lahan penambangan berupa bentuk lahan, tinggi jenjang,

kemiringan jenjang diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat GPS dan meteran; 3) luas area reklamasi diperoleh melalui pengumpulan data titik-titik koordinat area reklamasi dari dokumen perusahaan CV. BS dan diolah menggunakan bantuan *tools software* untuk memperoleh luas area reklamasi, waktu reklamasi diperoleh dari dokumen perusahaan, rancangan bentuk teras diperoleh dari pengamatan di lapangan kondisi rona akhir lahan penambangan dan literatur, kebutuhan tanah pucuk diperoleh dari persamaan (1), bentuk penampang dan dimensi saluran drainase dari literatur, jenis dan jumlah bibit tanaman utama diperoleh dari persamaan (2), jenis dan jumlah bibit tanaman penutup diperoleh dari persamaan (3), jenis dan jumlah pupuk diperoleh dari persamaan (4).

Pedoman rancangan teknis reklamasi berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827/30 K/MEM/2018. Rancangan teknis reklamasi disusun berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827/30 K/MEM/2018, yaitu meliputi tahapan penatagunaan lahan, revegetasi, dan pemeliharaan. Selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk menghitung jumlah tanah pucuk, jumlah bibit tanaman utama, jumlah bibit tanaman penutup, dan kebutuhan pupuk. Penentuan jenis tanaman utama dan penutup berdasarkan pengamatan tanaman lokal di sekitar area reklamasi. Jumlah tanah pucuk yang dibutuhkan dihitung menggunakan persamaan (1).

$$N_P = L_R \times T_P \dots\dots\dots (1)$$

Dimana N_P = jumlah tanah pucuk (m^3), L_R = luas area yang direklamasi (m^2), T_P = ketebalan tanah pucuk (m). Sedangkan jumlah tanaman utama yang dibutuhkan dihitung menggunakan persamaan (2).

$$N_{TU} = L_R : J \dots\dots\dots (2)$$

Dimana N_{TU} = jumlah bibit tanaman utama, L_R = luas area yang direklamasi (m^2), J = jarak tanam (m^2). Selanjutnya jumlah tanaman penutup yang dibutuhkan dihitung menggunakan persamaan (3).

$$N_{TP} = L_R \times K_{TP} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana N_{TP} = jumlah bibit tanaman penutup, L_R = luas area yang direklamasi (m^2), K = kebutuhan tanaman penutup/satuan luasan (kg/m^2). Untuk kebutuhan pupuk yang dibutuhkan dihitung menggunakan persamaan (4).

$$N_P = N_L \times K_P \dots\dots\dots (4)$$

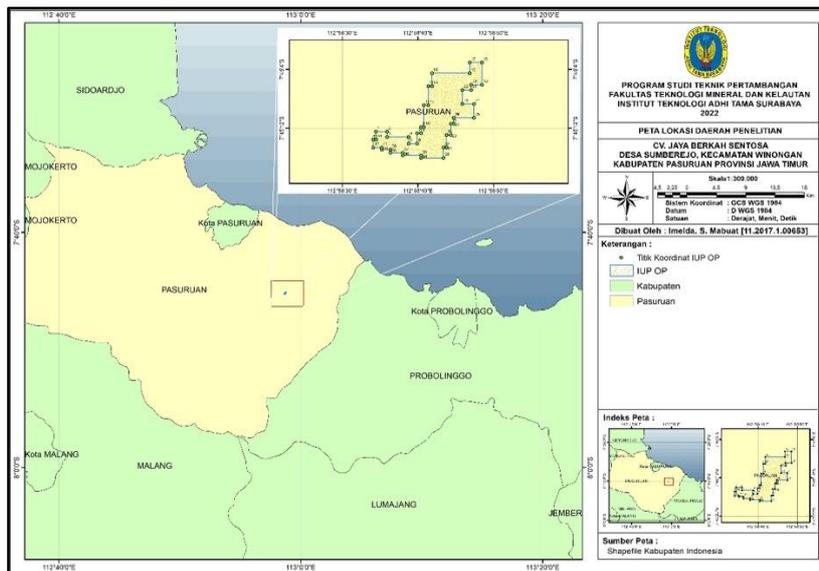
Dimana N_P = jumlah pupuk (kg), N_L = jumlah lubang tanam = jumlah bibit tanaman utama, K_P = kebutuhan pupuk /lubang tanam (kg).

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai reklamasi lahan bekas pertambangan batu pasir dilakukan di lahan bekas penambangan CV. BS yang berlokasi di Desa Sumberejo, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur seperti disajikan pada Gambar 1. Selanjutnya lahan bekas penambangan ini mempunyai rona awal berupa lahan pertanian kering dengan vegetasi rumput liar dan semak belukar. Ketinggian lokasi penelitian antara 41 – 61 mdpl dan

Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Batu Pasir

kemiringan morfologi rata-rata 10° – 20° . Sedangkan ketinggian jenjang sekitar 10 m dengan kemiringan 80° . Rona awal lahan pertambangan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi lahan pertambangan batu pasir CV.BS



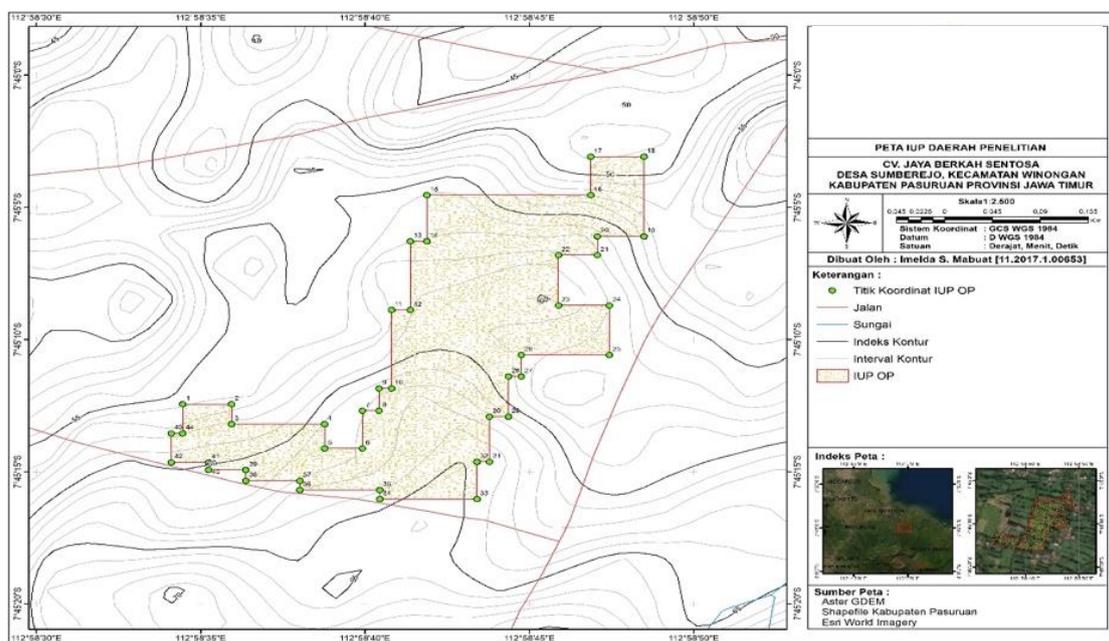
Gambar 2. Rona Awal Lahan Pertambangan Batu Pasir CV. BS

Lahan ini berada pada dataran landai yang berdekatan dengan pemukiman penduduk. Pemanfaatan lahan dipengaruhi oleh kondisi alamiah yang beragam. Pada kondisi morfologi puncak pegunungan dan puncak lereng pegunungan banyak diperuntukkan hutan lindung dan kawasan konservasi seperti disajikan pada Gambar 3. Pada bagian lereng dan kaki lereng pegunungan banyak diperuntukkan untuk lahan perkebunan dan hutan produksi. Bagian dataran aluvial banyak dipergunakan untuk kawasan pemukiman dan ruang perdagangan, jasa, pelayanan masyarakat serta kegiatan industri. Untuk keanekaragaman hayati yang hidup dalam kawasan cagar budaya di daerah ini antara lain jenis mamalia : kera, babi hutan, tando, dan kalong. Sedangkan untuk jenis aves : terkukur, jalak hitam, dan elang.



Gambar 3. Hutan Lindung pada Rona Awal Lahan Pertambangan Batu Pasir CV. BS

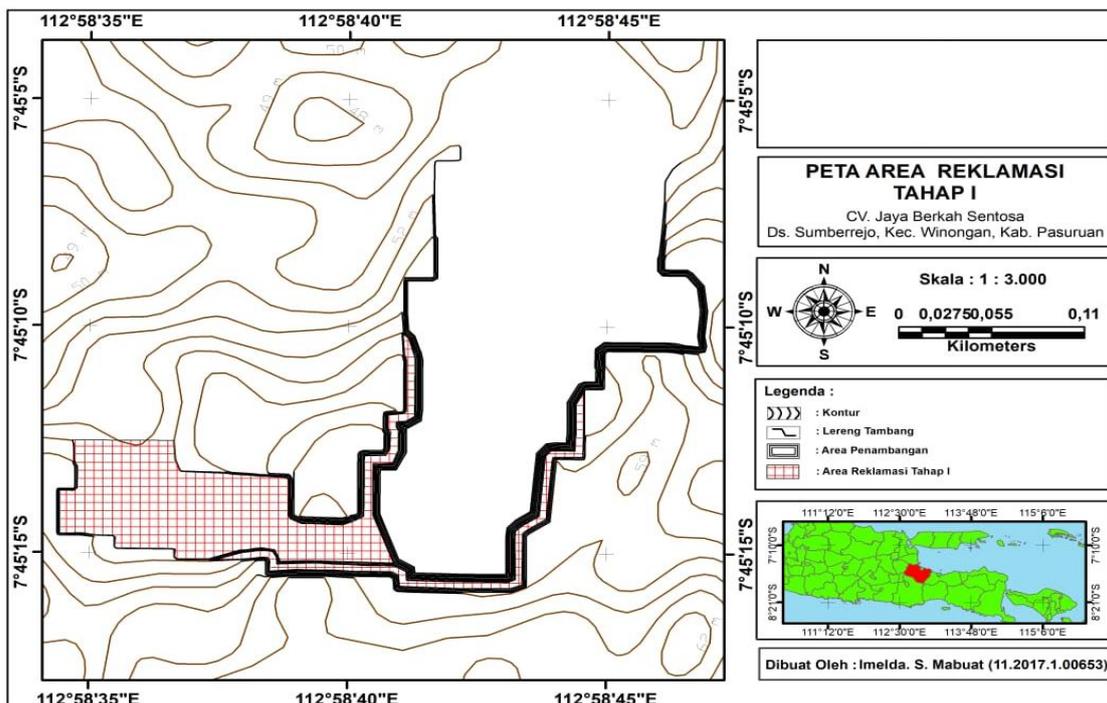
Rona awal lahan tersebut mengalami perubahan setelah dilakukan penambangan, yaitu berupa lahan yang tandus dengan ketinggian jenjang sekitar 8 m dengan kemiringan 60°. Oleh karena itu lahan perlu direklamasi sesuai pedoman Pedoman rancangan teknis reklamasi berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827/30 K/MEM/2018 (Kementerian ESDM, 2018). Selanjutnya dari data titik koordinat lahan yang akan direklamasi maka diperoleh lahan yang akan direklamasi seluas 4,42 Ha seperti disajikan pada Gambar 4.



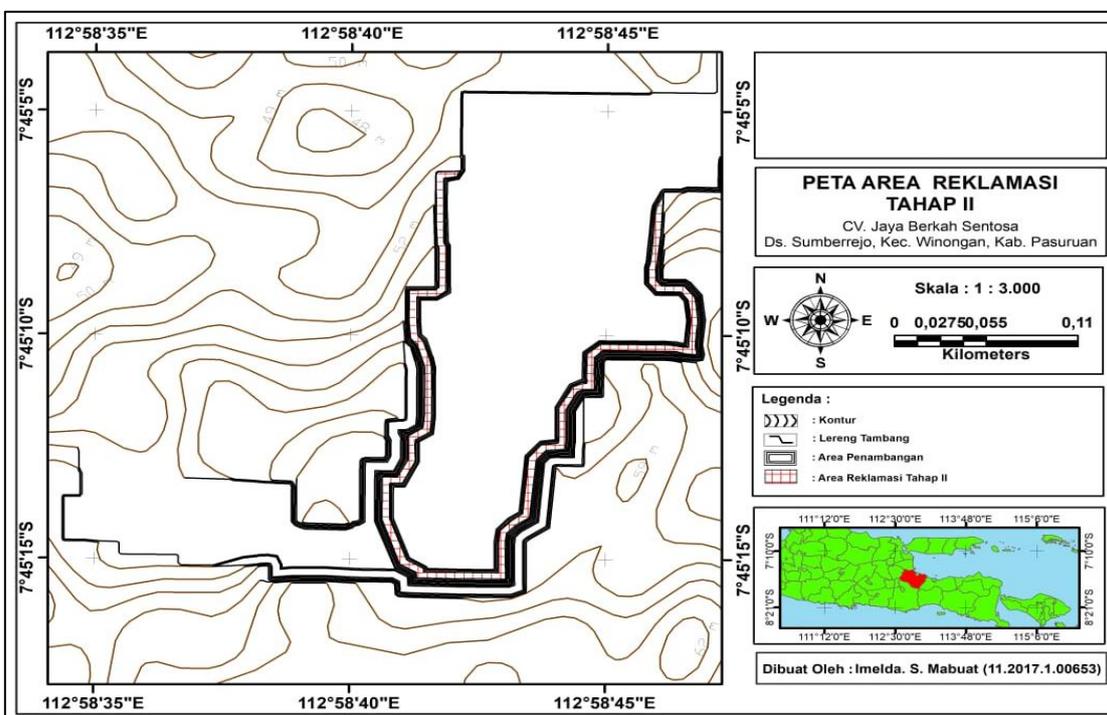
Gambar 4. Lokasi lahan reklamasi CV. BS

Lahan seluas 4,42 Ha akan direklamasi dalam empat tahap. Lahan yang direklamasi pada tahap I seluas 1 Ha (Gambar 5), tahap II seluas 0,3981 Ha (Gambar 6), tahap III seluas 0,6233 Ha (Gambar 7), dan tahap IV seluas 2,3986 Ha (Gambar 8).

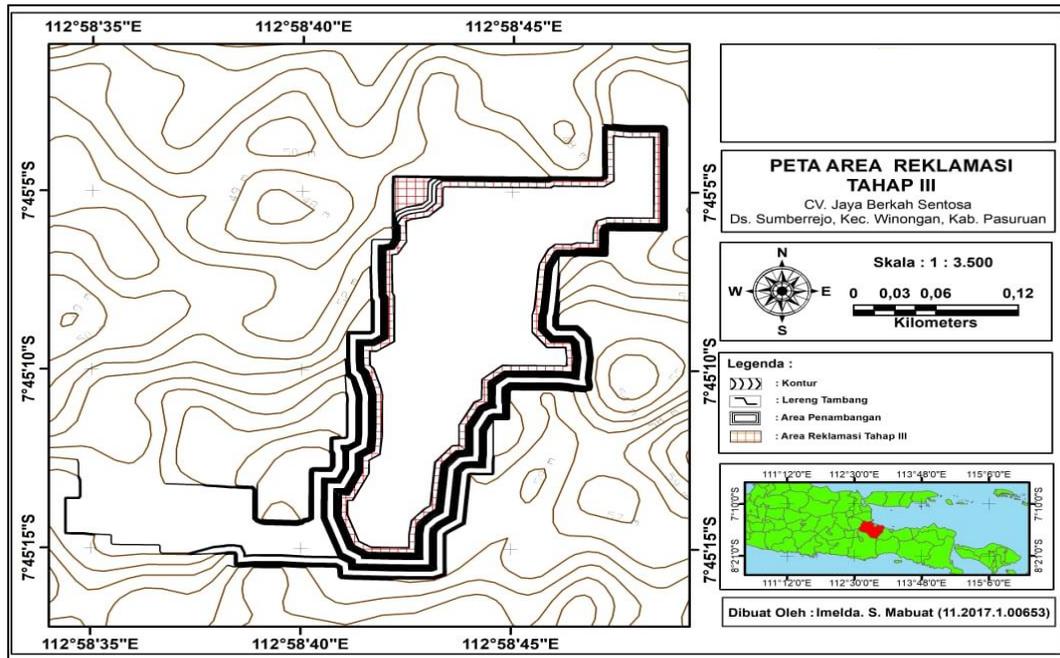
Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Batu Pasir



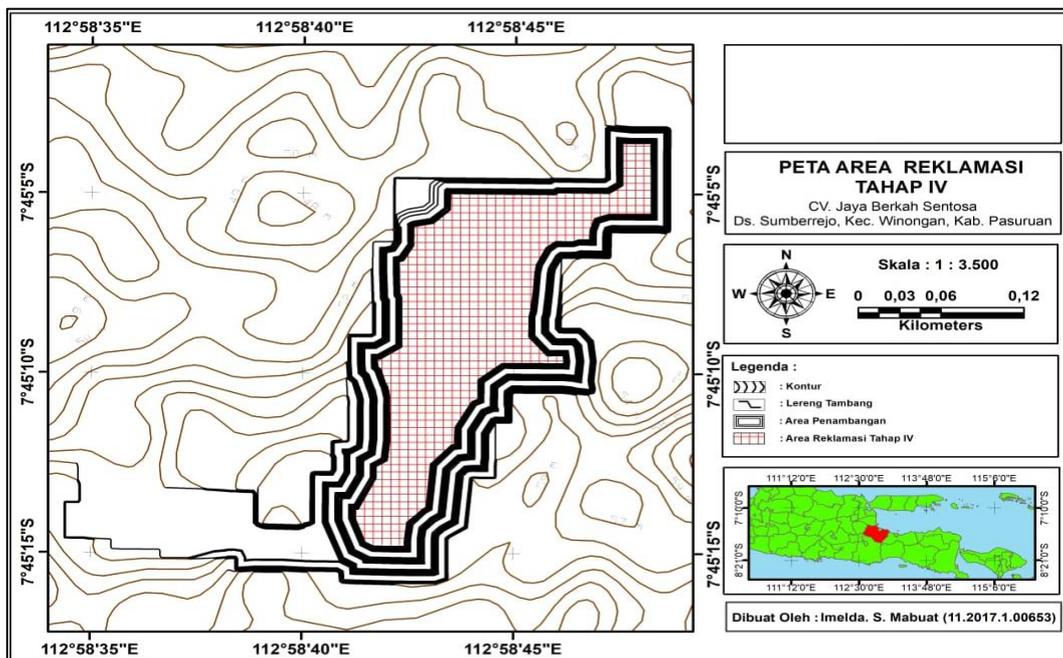
Gambar 5. Lahan Reklamasi Tahap I



Gambar 6. Lahan Reklamasi Tahap II

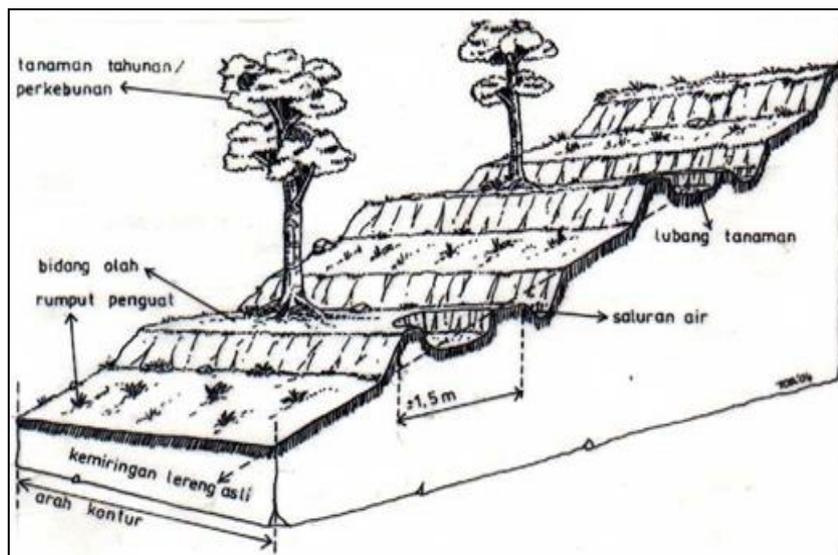


Gambar 7. Lahan Reklamasi Tahap III



Gambar 8. Lahan Reklamasi Tahap IV

Lahan bekas penambangan yang akan direklamasi tersebut mengalami perubahan dari rona awal. Lahan menjadi tandus dan terjadi perubahan ketinggian jenzang menjadi lebih rendah, yaitu 8 m dengan kemiringan lebih landau, yaitu 60°. Lahan dengan ketinggian jenzang yang cukup tinggi ini perlu dipersiapkan untuk ditanami vegetasi. Berdasarkan kelandaian topografi rona awal lahan sebesar 10-20° maka direncanakan desain lahan berupa teras kebun seperti disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Model Teras Kebun (Kehutanan, 2011)

Selanjutnya untuk dimensi saluran drainase berbentuk trapesium dengan kedalaman saluran (h) sebesar 0,5 m, lebar bawah (B) sebesar 0,3 m, koefisien dinding saluran (n) sebesar 0,03, dan sudut kemiringan sebesar (Θ) 60° . Lahan yang telah ditata selanjutnya akan direklamasi selama 4 tahap, dengan waktu reklamasi selama setahun untuk setiap tahap. CV. BS memiliki Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) seluas 6,58 Ha, sedangkan area yang akan direklamasi seluas 4,42 Ha, dengan rincian: tahap I (1 Ha), tahap II (0,3981 Ha), tahap III (0,6233 Ha), tahap IV (2,3986 Ha). Pada setiap tahapan tersebut dilakukan penebaran tanah pucuk sebelum dilakukan penanaman. Kebutuhan tanah pucuk (N_p) dihitung berdasarkan persamaan (1) dengan luas area yang direklamasi ($L_R = 44.200 \text{ m}^2$), ketebalan tanah pucuk ($T_{P=0,4} \text{ m}$), sehingga diperoleh kebutuhan tanah pucuk sebesar 17.680 m^3 . Penambahan tanah pucuk setebal 0,4 m di atas tanah timbunan bertujuan untuk menyediakan tanah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hal ini disebabkan kualitas tanah timbunan yang bervariasi karena kegiatan pengupasan, penggalian, pengangkutan, dan penimbunan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Penimbunan tanah secara acak meningkatkan heterogenitas tanah sehingga meningkatkan resiko kegagalan reklamasi (Y. Feng dkk., 2019). Selain itu tanah timbunan yang berasal dari area pertambangan juga berpotensi tercemar logam berat (Adinata, dkk., 2015; Kusdarini dan Budiarto, 2021; Kusdarini, dkk., 2021). Setelah penambahan tanah pucuk di atas tanah timbunan maka dilakukan kegiatan revegetasi. Revegetasi lahan pasca tambang harus disesuaikan dengan kondisi habitat alami sehingga meminimalisir adanya lahan-lahan bekas penambangan yang tidak bisa difungsikan lagi atau tidak produktif. Hal ini didukung oleh hasil temuan Hendrycova dkk yang menjelaskan bahwa sebesar 9,9% lahan bekas tambang di Republik Ceko menjadi lahan yang tidak produktif (Hendrychová, dkk., 2020). Revegetasi merupakan bagian perencanaan reklamasi yang komprehensif untuk rekonstruksi tanah tambang (Y. Feng, dkk., 2019).

Tanaman yang ditanam pada kegiatan revegetasi adalah tanaman utama dan tanaman penutup. Tanaman utama dan tanaman penutup dipilih dari tanaman lokal yang biasa hidup di sekitar lahan penambangan. Pada penelitian ini tanaman utama yang digunakan adalah pohon sengon (*Albizia Chinensis*), sedangkan tanaman penutup adalah kacang ruji/krandang (*Pueraria Javanica*). Kebutuhan bibit pohon sengon (N_{TU}) dihitung berdasarkan persamaan (2) dengan ketentuan jarak tanam ($J = 5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$) sehingga diperoleh kebutuhan bibit

pohon sengon di setiap periode reklamasi seperti disajikan pada Tabel 1. Pohon sengon berpotensi menstabilkan tanah tambang dan menyerap karbon. Setiap jenis pohon memiliki daya yang berbeda untuk menyerap karbon sehingga gugus fungsi dan molekularitas asam humat yang dihasilkan juga berbeda (Singh, dkk., 2022).

Tabel 1. Kebutuhan Bibit Pohon Sengon

Periode Reklamasi	Luas Lahan (m ²)	Jumlah Bibit
I	10000	400
II	3981	160
III	6233	250
IV	23986	960
Total	44200	1770

Sedangkan kebutuhan bibit kacang ruji dengan ketentuan kebutuhan kacang ruji per m² (K_{TP}) sebesar 0,0003 kg/m² sehingga diperoleh kebutuhan bibit kacang ruji di setiap periode reklamasi seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Bibit Kacang Ruji

Periode Reklamasi	Luas Lahan (m ²)	Berat Bibit (kg)
I	10000	3,000
II	3981	1,1943
III	6233	1,8699
IV	23986	7,1958
Total	44200	13,2600

Selanjutnya tanaman harus dipelihara untuk menjaga kelangsungan hidupnya dan pertumbuhannya bisa optimal. Pemeliharaan meliputi kegiatan penyiangan, pemberantasan hama, dan pemberian pupuk. Lokasi penambangan pasir batu pada umumnya mempunyai pH yang netral sehingga pupuk yang digunakan adalah pupuk urea dan pupuk kandang sesuai dengan jenis revegetasi yang akan digunakan. Kebutuhan pupuk dihitung berdasarkan persamaan (3) dengan ketentuan kebutuhan pupuk urea sebesar 0,2 kg/lubang tanam dan pupuk kandang sebesar 0,5 kg/lubang. Kebutuhan pupuk urea di setiap periode reklamasi disajikan pada Tabel 3, sedangkan kebutuhan pupuk kandang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Kebutuhan Pupuk Urea

Periode Reklamasi	Luas Lahan (m ²)	Lubang Tanam	Jumlah Pupuk (kg)
I	10000	400	80
II	3981	160	32
III	6233	250	50
IV	23986	960	192
Total	44200	1770	354

Tabel 4. Kebutuhan Pupuk Kandang

Periode Reklamasi	Luas Lahan (m ²)	Lubang Tanam	Jumlah Pupuk (kg)
I	10000	400	200
II	3981	160	80
III	6233	250	125
IV	23986	960	480
Total	44200	1770	885

Penambahan pupuk diharapkan dapat menyuburkan mikroba tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan temuan Wang dkk. pada tahun 2019 bahwa komposisi dan fungsi komunitas jamur tanah mengalami perubahan selama kegiatan reklamasi. Analisis jaringan kejadian bersama dan model persamaan struktural menunjukkan bahwa struktur komunitas jamur tanah dan serikat ekologis berkorelasi dengan sifat edafik dan memiliki efek tidak langsung pada nutrisi tanah yang tersedia melalui aksi langsung pada enzim tanah (Wang dkk., 2021). Selanjutnya kegiatan reklamasi bisa dikembangkan dengan penelitian lanjutan mengenai pembangunan kembali habitat hewan dan penelitian keanekaragaman hayati untuk praktik pemulihan tanah tambang sehingga menghasilkan konsep baru lahan reklamasi dan restorasi ekologi di area pertambangan (Y. Feng dkk., 2019).

Berkaitan dengan restorasi ekologi, lahan bekas penambangan bisa dipantau menggunakan metode jaringan saraf tiruan. Hal ini dibuktikan dari temuan Abaidoo dkk. pada tahun 2019 yang menjelaskan bahwa dengan menggunakan jaringan saraf tiruan dapat diketahui adanya gangguan dan revegetasi di wilayah studi. Penerapan jaringan saraf tiruan sangat dianjurkan untuk klasifikasi citra dan pemantauan reklamasi tambang karena ukuran dan kualitas data pelatihan, arsitektur jaringan, dan parameter pelatihan serta kemampuan untuk meningkatkan akurasi dan menyempurnakan informasi (Abaidoo, dkk., 2019). Pemantauan reklamasi tambang dapat menjadi pertimbangan bagi pelaksana reklamasi untuk melakukan tindakan manual apabila dirasa pertumbuhan tanaman terhambat. Hal ini disebabkan pertumbuhan setiap tanaman pada lahan yang sama bisa berbeda. Reklamasi lahan adalah proses pemulihan ekologis yang dinamis, dan vegetasi yang direhabilitasi membutuhkan waktu tertentu untuk berkembang, stabil, dan matang. Karakteristik pengembangan vegetasi yang direhabilitasi pada tahap reklamasi lahan yang berbeda sangat berbeda, dan perbedaan ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi tahapan utama reklamasi lahan (Guan, dkk., 2022).

4. KESIMPULAN

Reklamasi yang dilakukan pada penelitian ini dikategorikan dalam reklamasi sederhana karena mempertimbangkan kondisi bahan galian batu pasir yang pada umumnya memiliki elevasi landai dan pH netral sehingga menghasilkan rancangan teknis reklamasi berupa kebutuhan tanah pucuk, bibit tanaman, dan pupuk yang diperlukan pada kegiatan reklamasi dari lahan penambangan batu pasir seluas 44200 m². Kebutuhan tanah pucuk untuk seluruh area kegiatan reklamasi sebesar 17.680 m³. Kegiatan reklamasi yang dilakukan selama 4 tahun dilakukan dalam 4 periode, dengan luas lahan reklamasi periode I: 10000 m², II: 3981 m², III: 6233 m², IV: 23986 m². Kebutuhan bibit pohon sengon periode I: 400 buah; II: 160 buah, III: 250 buah, IV: 960 buah. Kebutuhan bibit kacang ruji periode I: 3,000 kg, II:

1,1943 kg, III: 1,8699 kg; IV: 7,1958 kg. Kebutuhan pupuk urea periode I: 80 kg, II: 32 kg; III: 50 kg; IV: 192 kg. Sedangkan kebutuhan pupuk kandang periode I: 200 kg, II: 80 kg; III: 125 kg; IV: 480 kg. Untuk penyempurnaan penelitian ini dapat dilakukan penelitian lanjutan mengenai kualitas tanah pada lahan yang telah ditata agar pemberian jenis pupuk lebih tepat sesuai dengan kondisi tanah dan kebutuhan tanaman.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan karyawan CV. BS yang telah memberi kesempatan melakukan penelitian, menyediakan lokasi penelitian, menginformasikan data penelitian dan memberikan fasilitas-fasilitas lainnya sehingga penelitian bisa terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abaidoo, C. A., Jnr, E. M. O., Arko-Adjei, A., & Prah, B. E. K. (2019). Monitoring the Extent of Reclamation of Small Scale Mining Areas Using Artificial Neural Networks. *Heliyon*, 5(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01445>
- Adinata, D. Y., Antonio, Vie, R. C. D. C., & Kusdarini, E. (2015). Identifikasi Limbah Pengolahan Emas dan Kualitas Air di Sekitar Penambangan Emas Rakyat Jampang Kulon, Desa Kertajaya, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III*, 503–510. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Anda, M., Purwantari, N. D., Yulistiani, D., Sajimin, Suryani, E., Husnain, & Agus, F. (2022). Reclamation of post-tin mining areas using forages: A strategy based on soil mineralogy, chemical properties and particle size of the refused materials. *CATENA*, 213. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106140>
- Awotwi, A., Anornu, G. K., Quaye-Ballard, J. A., Annor, T., Nti, I. K., Odai, S. N., ... Gyamfi, C. (2021). Impact of post- reclamation of soil by large-scale, small-scale and illegal mining on water balance components and sediment yield: Pra River Basin case study Author. *Soil and Tillage Research*, 211. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105026>
- Budianto, A., Kusdarini, E., Effendi, S., & Aziz, M. (2019). The Production of Activated Carbon from Indonesian Mangrove Charcoal. *Materials Science and Engineering*, 462, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/462/1/012006>
- ESDM, K. (2018). Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827/30 K/MEM Tahun 2018 tentang Pedoman Penerapan Peraturan Teknik Pertambangan yang baik.
- Feng, Y., Wang, J., Bai, Z., & Reading, L. (2019). Effects of surface coal mining and land reclamation on soil properties: A review Author. *Earth-Science Reviews*, 191, 12–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.02.015>
- Feng, Z., Hu, Z., Li, G., Zhang, Y., Zhang, X., & Zhang, H. (2022). Improving mine reclamation efficiency for farmland sustainable use: Insights from optimizing mining scheme. *Journal of Cleaner Production*, 379(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134615>
- Guan, Y., Wang, J., Zhou, W., Bai, Z., & Cao, Y. (2022). Identification of land reclamation stages based on succession characteristics of rehabilitated vegetation in the Pingshuo opencast coal mine Author. *Journal of Environmental Management*, 305. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114352>
- Hendrychová, M., Svobodova, K., & Kabrna, M. (2020). Mine reclamation planning and management: Integrating natural habitats into post-mining land use. *Resources Policy*, 69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101882>

- Kehutanan, K. (2011). Peraturan Menteri Kehutanan RI No. P.4/Menhut-II/2011 mengatur tentang Pedoman Reklamasi Hutan.
- Kementerian ESDM. (2018). Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K / 30 / MEM / 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik.
- Kumar, E., Subramani, T., & Karunanidhi, D. (2022). Integrated approach of ecosystem services for mine reclamation in a clustered mining semi-urban region of South India. *Urban Climate*, 45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101246>
- Kusdarini, E., & Budianto, A. (2021). Pengelolaan Tambang Emas Rakyat Berbasis Masyarakat. In *Penerapan Teknologi Berbasis Pengembangan Pada Industri Pertambangan Di Indonesia* (pp. 13–24). Yogyakarta: Kyta.
- Kusdarini, E., Lay, S. M. B. C., & Putri, R. H. K. (2022). Reklamasi pada Bekas Lahan Penambangan Andesit di Dusun Dampol, Pasuruan, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*.
- Kusdarini, E., Malik, A., Utamakno, L., & Budianto, A. (2021). Sebaran cemaran Hg di kawasan pertambangan emas rakyat menggunakan metode inverse distance weight. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 8(2), 100–106.
- Kusdarini, E., Ulviandri, F. I., & Sari, A. S. (2022). Penentuan Komposisi Bahan Baku Pada Pemanfaatan Fly Ash Pada Proses Produksi Paving Block. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(2), 103–112. <https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.26760/rekalingkungan.v10i2.103-112>
- Li, G., Hu, Z., Li, P., Yuan, D., Feng, Z., Wang, W., & Fu, Y. (2022). Innovation for sustainable mining: Integrated planning of underground coal mining and mine reclamation. *Journal of Cleaner Production*, 351. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131522>
- Singh, P., Ghosh, A. K., Kumar, S., Kumar, M., & Sinha, P. K. (2022). Influence of input litter quality and quantity on carbon storage in post-mining forest soil after 14 years of reclamation. *Ecological Engineering*, 178. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106575>
- Wang, K., Bi, Y., Cao, Y., Peng, S., Christie, P., Ma, S., ... Xie, L. (2021). Shifts in composition and function of soil fungal communities and edaphic properties during the reclamation chronosequence of an open-cast coal mining dump. *Science of The Total Environment*, 767. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144465>
- Zhou, B., Li, H., & Xu, F. (2022). Analysis and discrimination of hyperspectral characteristics of typical vegetation leaves in a rare earth reclamation mining area. *Ecological Engineering*, 174. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106465>