

PERENCANAAN TEKNIS REKLAMASI PADA LAHAN DISPOSAL PT ALAM SEMESTA SUKSES BATUBARA

TECHNICAL PLANNING FOR RECLAMATION OF DISPOSAL LAND PT ALAM SEMESTA SUKSES BATUBARA

A. Icwanusafa^{1*}, M. I. Lagowa², J. Wiratama³

¹⁻³Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

¹⁻³Jl. Jambi-Muara Bulian No.KM.15, Mendalo Darat, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi, Indonesia, 36361

e-mail: *ardaniicwanusafa@gmail.com, mikrarlagowa@unja.ac.id, jarot.mining@unja.ac.id

ABSTRAK

PT Alam Semesta Sukses Batubara memiliki lahan bekas tambang yaitu lahan disposal 2, namun kegiatan reklamasi belum terlaksana pada lahan seluas 7,85 ha tersebut. Area disposal dibiarkan tanpa upaya reklamasi yang memadai selama kurang lebih satu tahun. Penelitian ini bertujuan merencanakan teknis reklamasi pada disposal 2 PT ASSB, berfokus pada analisis produktivitas dan estimasi waktu kerja penataan lahan dan penebaran *topsoil* serta perhitungan dimensi saluran terbuka untuk pengendalian erosi. Metode penelitian dilakukan melalui analisis kuantitatif teknis penataan lahan dan perhitungan produktivitas alat mekanis berdasarkan observasi waktu edar alat serta efisiensi kerja di lapangan. Selain itu, pemodelan hidrologi digunakan untuk menentukan dimensi saluran terbuka. Hasil kajian menunjukkan bahwa kebutuhan volume timbunan *overburden* untuk penutupan alur erosi dan penataan lahan mencapai 46.084 LCM dengan RL ± 69 , geometri disposal direncanakan dengan tinggi jenjang 5 m, lebar 8 m, dan *single slope* 15°. Kegiatan penebaran *topsoil* setebal 50 cm luasan 7,85 ha membutuhkan volume 39.250 m³, estimasi pengerjaan 310 jam menggunakan satu unit *excavator*, empat unit *dump truck*, dan satu unit *bulldozer*. Rencana revegetasi meliputi penanaman 1.123 bibit kelapa sawit, 55 kg bibit *cover crops*, dan 314 bibit tanaman sisipan petai, yang secara keseluruhan memerlukan total waktu penanaman 377,46 jam. Selain itu, direncanakan saluran terbuka sebagai upaya pengendalian limpasan air hujan pada area reklamasi. Pemeliharaan reklamasi dilakukan melalui pemupukan secara terukur sehingga kebutuhan unsur hara terpenuhi.

Kata kunci: perencanaan teknis, reklamasi, disposal, tambang batubara

ABSTRACT

PT Alam Semesta Sukses Batubara owns a former mining site, namely disposal site 2, but reclamation activities have not yet been carried out on the 7.85-hectare site. The disposal area has been left without adequate reclamation efforts for approximately one year. This study aims to plan the technical reclamation of PT ASSB's disposal area 2, focusing on productivity analysis and estimation of the time required for land arrangement and topsoil spreading, as well as calculating the dimensions of open channels for erosion control. The research method was carried out through quantitative analysis of technical land arrangement and calculation of mechanical equipment productivity based on observations of equipment circulation time and work efficiency in the field. In addition, hydrological modeling was used to determine the dimensions of the open channel. The results of the study show that the volume of overburden required for erosion channel closure and land preparation is 46,084 LCM with RL ± 69 . The disposal geometry is planned with a height of 5 m, a width of 8 m, and a single slope of 15°. The activity of spreading 50 cm thick topsoil over an area of 7.85 ha requires a volume of 39,250 m³, with an estimated 310 hours of work using one excavator, four dump trucks, and one bulldozer. The revegetation plan includes planting 1,123 oil palm seedlings, 55 kg of cover crop seeds, and 314 petai intercrop seedlings, which will require a total of 377.46 hours of planting time. In addition, open channels are planned as an effort to control rainwater runoff in the reclamation area. Reclamation maintenance is carried out through measured fertilization so that nutrient requirements are met.

Keywords: technical planning, reclamation, disposal, coal mining

PENDAHULUAN

Upaya untuk meminimalkan dampak lingkungan telah diatur dalam Kepmen ESDM Nomor 1827/K/30/MEM/2018 yang mewajibkan pelaksanaan reklamasi tahap operasi produksi secara paralel dengan kegiatan penambangan agar lahan yang sudah tidak dimanfaatkan segera dipulihkan. Berdasarkan regulasi tersebut, reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya [1].

Kegiatan pertambangan batubara pada umumnya menggunakan metode tambang terbuka (*open pit mining*) yang berpotensi menimbulkan gangguan terhadap lingkungan. Dampak tersebut meliputi hilangnya vegetasi, berkurangnya keanekaragaman hayati, serta terganggunya lapisan tanah [2]. Pada akhir kegiatan penambangan, area bekas tambang dapat terbagi menjadi dua tipe lahan, yaitu *void* dan *non-void*. *Void* merupakan lubang bekas tambang yang tidak ditimbun kembali dan berpotensi membentuk kolam atau danau. Sebaliknya, *non-void* merupakan area yang telah ditimbun kembali dengan material penutup, termasuk kawasan timbunan seperti disposal.

Kegiatan reklamasi dilaksanakan melalui serangkaian tahapan dan aktivitas yang sistematis serta terencana dengan baik, di mana setiap kegiatan saling terkait satu sama lain dalam upaya meningkatkan kualitas lahan. Untuk melaksanakan reklamasi, diperlukan suatu perancangan pada setiap kegiatan agar dapat menciptakan kondisi lahan yang lebih baik. Pelaksanaan reklamasi mencakup beberapa tahapan, meliputi penatagunaan lahan, revegetasi, dan pemupukan.

PT Alam Semesta Sukses Batubara (PT ASSB) merupakan perusahaan pertambangan batubara yang saat ini berada pada tahap operasi produksi. Kegiatan penambangan menghasilkan lahan bekas tambang yang memerlukan tindakan pemulihan untuk menjaga fungsi lingkungan dan stabilitas lahan. Apabila reklamasi tidak dilakukan secara tepat, maka berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan seperti erosi, sedimentasi, serta ketidakstabilan timbunan. Oleh karena itu, reklamasi merupakan bagian penting dari keberlanjutan operasional perusahaan.

Kegiatan reklamasi di PT ASSB belum berjalan secara optimal. Area disposal 2 seluas 7,85 ha yang direncanakan direklamasi pada tahun 2024 belum terlaksana sesuai rencana. Pengamatan lapangan pada Bulan Mei 2025 menunjukkan area tersebut telah terbentuk secara fisik, namun dibiarkan selama kurang lebih satu tahun tanpa adanya upaya reklamasi yang memadai. Kondisi tersebut menimbulkan permasalahan

berupa terbentuknya alur erosi yang dalam, tidak adanya lapisan *topsoil*, serta ketiadaan vegetasi penutup lahan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menyoroti tantangan dalam reklamasi lahan *disposal*. Ramadhanu, dkk (2025) menyatakan bahwa penataan lahan sangat penting untuk menjamin kestabilan lereng, mengendalikan erosi dan aliran air, serta menyiapkan media tanam agar fungsi lingkungan lahan bekas tambang dapat pulih kembali secara aman [3]. Sementara itu, Sandan dan Nurcholis (2023) menekankan bahwa pentingnya revegetasi adalah untuk memulihkan fungsi ekologis lahan, memperbaiki struktur tanah yang rusak, serta menjaga stabilitas ekosistem dan hidrologi di lahan bekas tambang agar dapat berfungsi kembali secara optimal [4]. Sejalan dengan hal tersebut, Tambunan, dkk (2024) menambahkan bahwa keberhasilan pemulihan revegetasi tersebut sangat bergantung pada pentingnya pemeliharaan tanaman untuk menjamin pertumbuhan dan produktivitas tanaman yang maksimal melalui pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman [5].

Secara umum, cara memperbaiki lahan bekas tambang memang sudah banyak dipelajari. Namun, setiap lokasi punya tantangan alam dan kendala lapangan yang berbeda-beda. Pada PT Alam Semesta Sukses Batubara, khususnya area disposal 2, terjadi masalah nyata berupa lahan seluas 7,85 ha yang terbenkakai selama kurang lebih setahun hingga mengalami kerusakan parah berupa erosi yang dalam. Penelitian ini ditujukan untuk mengisi celah yang belum dibahas di teori umum tersebut, yaitu dengan menyusun rencana teknis yang menggabungkan cara memperbaiki struktur tanah sekaligus mengendalikan erosi pada lahan yang sudah terlanjur rusak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT Alam Semesta Sukses Batubara yang berlokasi di Desa Koyo Boyo, Kecamatan Batin XXIV, Kabupaten Batang Hari, Provinsi Jambi. Perjalanan menggunakan kendaraan roda empat dari Kota Jambi menuju Desa Kotoboyo sekitar 90,2 Km selama ± 2 Jam 10 Menit. Kegiatan pembukaan lahan untuk operasional pertambangan mulai dilaksanakan pada tahun 2022.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Pendekatan kuantitatif digunakan dalam perhitungan produktivitas alat berfungsi untuk mengestimasi total waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dan rancangan saluran terbuka. Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan lebar dasar, kedalaman, dan kemiringan saluran yang direncanakan. Sedangkan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi

lahan disposal dan proses pengambilan keputusan teknis dalam reklamasi.

Rancangan penelitian ini dilaksanakan melalui observasi lapangan serta pengumpulan literatur dan data lapangan yang relevan. Sumber informasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan pendekatan terhadap permasalahan yang diteliti. Selanjutnya, data yang telah didapat diolah dan dianalisis secara sistematis guna memperoleh kesimpulan dari hasil penelitian.

Data yang diperoleh meliputi data yang mendukung terselesaikannya permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Pengambilan data yang dilakukan berupa data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung di lapangan, data berikut akan digunakan pada saat analisis penelitian, dan menjadi pertimbangan dalam perencanaan reklamasi. Data yang diperlukan meliputi waktu edar *excavator*, *dump truck*, dan *bulldozer*. Waktu edar alat berfungsi sebagai pembagi utama dalam rumus perhitungan produktivitas alat per jam. Data yang diperoleh dari lapangan digunakan untuk menghitung kapasitas produksi aktual *excavator*, *dump truck*, atau *bulldozer*. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari literatur-literatur maupun perusahaan tempat dilaksanakannya penelitian.

Tahap selanjutnya adalah pengolahan data, yaitu mengumpulkan data mentah dari lapangan kemudian menyusunnya dan melakukan perhitungan berdasarkan teori yang diperoleh dari literatur. Pengolahan data dalam penelitian ini melibatkan serangkaian tahapan yang menggunakan data primer dan sekunder. Perhitungan luas dan volume penatagunaan lahan menggunakan peta kontur dan model permukaan yang diolah melalui *software* tambang untuk memperoleh luas area reklamasi, volume rencana penimbunan, dan volume tanah pucuk yang diperlukan. Selanjutnya perhitungan produktivitas alat mekanis, seperti *excavator*, *dump truck*, dan *bulldozer* berdasarkan data *cycle time* di lapangan. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menentukan total waktu kerja yang dibutuhkan dalam proses penimbunan, perataan lahan, dan penebaran *top soil* pada area reklamasi.

Perhitungan kebutuhan bibit tanaman dan penentuan jenis tanaman mengacu pada data sekunder dari dokumen rencana reklamasi (RR) PT ASSB serta luas area revegetasi dan jarak tanam rencana. Hasil dari perhitungan produktivitas dan waktu penanaman digunakan sebagai dasar perhitungan waktu pelaksanaan reklamasi keseluruhan. Terakhir, perhitungan dimensi saluran terbuka sangat bergantung pada data sekunder curah hujan rencana, koefisien limpasan, dan *catchment area*, yang kemudian menghasilkan debit air limpasan.

Perhitungan produktivitas alat muat dapat menggunakan rumus persamaan Pers (1) [6].

$$Q = \frac{3600 \times kb \times SF \times FF \times Ek}{CTm} \quad (1)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat gali muat (Bcm/Jam)
Kb = Kapasitas bucket (m³)
Sf = *Swell factor* (Faktor Pengembangan)
Ek = Efisiensi Kerja
Ff = *Bucket Fill Factor* (Faktor Pengisian)
Cta = Waktu edar alat gali muat (detik)

Perhitungan kemampuan produktivitas alat angkut dapat menggunakan rumus Pers (2) [6].

$$Q = \frac{n \times kb \times SF \times FF \times EK \times 3600}{CTa} \quad (2)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat angkut (Bcm/Jam)
Kb = Kapasitas *bucket* (m³)
Ff = *Bucket Fill Factor* (Faktor Pengisian)
Sf = *Swell factor* (Faktor Pengembangan)
Ek = Efisiensi Kerja
Cta = Waktu edar alat angkut (detik)

Perhitungan kapasitas produksi per jam untuk *bulldozer* dengan menggunakan Pers (3) dan Pers (4) [7].

Produksi kerja *bulldozer* per siklus (q):

$$q = L \times H \times a \quad (3)$$

Keterangan:

q = Produksi Per siklus (m³)
L = Lebar blade (m)
H = Tinggi blade (m)
a = Faktor blade

Perhitungan produktivitas alat gusur:

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{Cta} \quad (4)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas Perjam (m³)
q = Produksi Per siklus (m³)
60 = Konversi Jam ke Menit
E = Efisiensi
Cta = *Cycle Time*

Sebagai bagian dari pengendalian erosi, direncanakan dibuat saluran terbuka. Perhitungan kapasitas pengaliran debit rencana saluran terbuka dapat dihitung menggunakan Pers (5) [8].

$$Q = 0,278 \times I \times A \times C \quad (8)$$

Keterangan:

Q = Debit Rencana ($m^3/detik$)
I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
C = Koefisien Aliran
A = Luas daerah Tangkapan Air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Area penelitian merupakan lahan reklamasi pada disposal 2 seluas 7,85 ha yang merupakan tempat penimbunan material *overburden* (Gambar 1). Rencana reklamasi ini direncanakan dimulai pada ahun 2025 sehingga diperlukan pemahaman kondisi aktual sebagai dasar perbaikan sebelum kegiatan reklamasi dilakukan. Hasil pengamatan menunjukkan adanya genangan air akibat penimbunan yang belum merata dan membentuk cekungan tanpa jalur aliran (Gambar 1). Area yang belum tertata dengan baik ditandai permukaan tidak rata serta perbedaan elevasi yang signifikan, serta terjadinya erosi cukup dalam pada bagian yang tidak memiliki vegetasi penutup sehingga material tanah mudah tergerus dan dapat mengganggu stabilitas lereng.

Rencana Pelaksanaan Reklamasi

Rencana pelaksanaan reklamasi terdiri atas tiga tahap yaitu penataan lahan, penebaran topsoil, serta

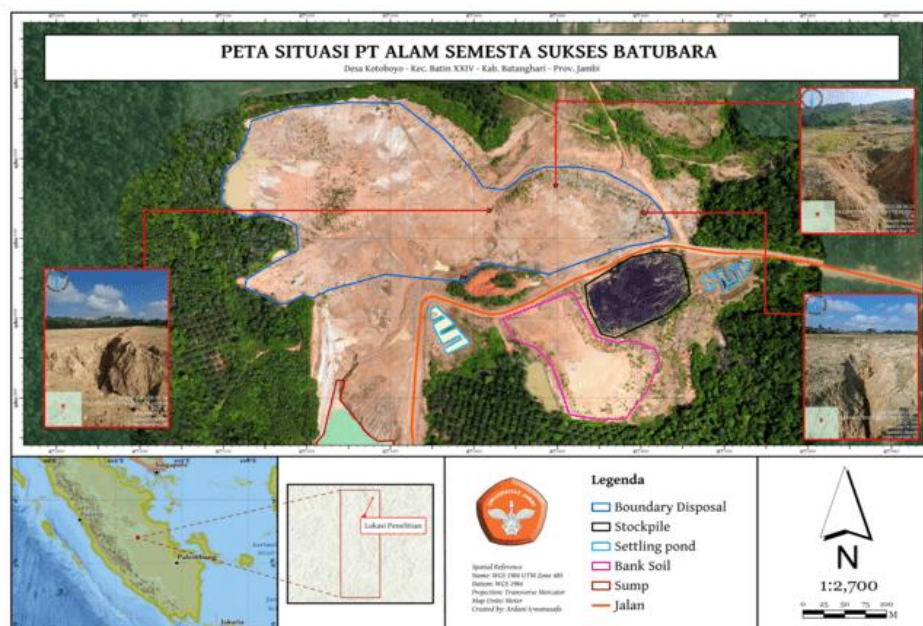
pengendalian erosi dan pengelolaan air. Peta desain rencana reklamasi dapat dilihat pada Gambar 2.

1. Penataan Lahan

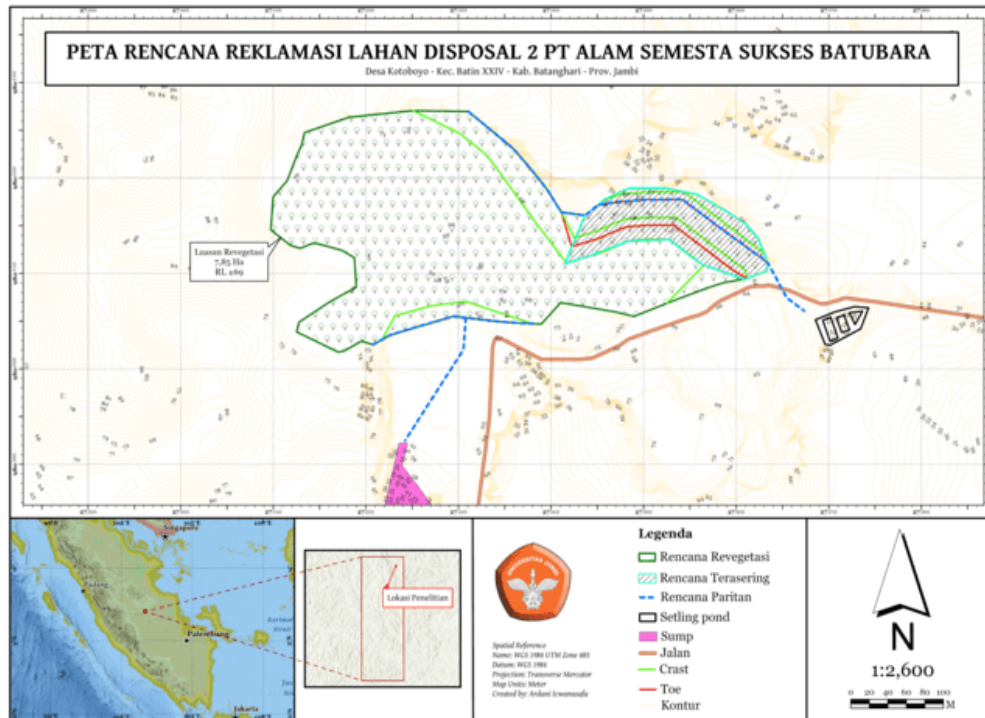
Tahapan Penataan Lahan direncanakan untuk membentuk kembali disposal 2 hingga mencapai Elevasi Akhir (RL) ± 69 dengan geometri lereng yang aman (tinggi jenjang 5 m, lebar jenjang 8 m, kemiringan 15°). Berdasarkan perhitungan model permukaan menggunakan *software*, volume rencana penimbunan material *overburden* yang dibutuhkan adalah 46.084 LCM (*Loose Cubic Meter*). Pekerjaan penimbunan dan perataan dilakukan menggunakan *bulldozer* Komatsu D85ESS yang memiliki produktivitas 179,48 BCM/Jam. Dengan produktivitas tersebut, total waktu pengerjaan yang diestimasi untuk menyelesaikan penataan lahan adalah 257 jam kerja.

2. Penebaran Topsoil

Penebaran *topsoil* dilakukan setelah *bench* timbunan akhir terbentuk dengan ketebalan 50 cm pada area revegetasi seluas 7,85 ha sehingga kebutuhan total mencapai $39.250 m^3$. Material diangkut langsung ke disposal 2 menggunakan kombinasi alat satu unit *excavator* Caterpillar 330NG dengan produktivitas 184,72 BCM/Jam, empat unit *dump truck* Scania 380P dengan produktivitas masing-masing *dump truck* 31,69 BCM/Jam, dan satu unit *bulldozer* Komatsu D85ESS dengan jarak angkut ± 1.400 meter. Proses pemuatan membutuhkan enam (6) *bucket* ke dalam *vessel dump truck*, kemudian material diratakan dengan *bulldozer*. Total estimasi waktu pengerjaan keseluruhan memakan waktu 310 jam kerja.



Gambar 1. Situasi Aktual Disposal



Gambar 2. Peta Desain Rencana Reklamasi

3. Pengendalian Erosi dan Pengelolaan Air

Pengendalian erosi pada area reklamasi ini dilakukan dengan cara pembangunan saluran terbuka dan pembuatan *terasering* (teras bangku) dengan menyesuaikan bentuk jenjang timbunan rencana. Sebagai jalur pengaliran air permukaan direncanakan dibuat dua pembuatan saluran terbuka pada area reklamasi. Sebelum penentuan dimensi saluran terbuka perlu dilakukan beberapa analisis seperti curah hujan rencana, intensitas hujan, koefisien limpasan, *catchment area*, dan debit yang masuk pada area saluran terbuka. Data yang telah diolah menggunakan perhitungan untuk menentukan jumlah debit air yang masuk ke dalam saluran terbuka dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Debit Air

Analisis	Drainase 1	Drainase 2
Curah Hujan Rencana	39,03 mm/ hari	39,03 mm/ hari
<i>Catchment Area</i>	0,059 (km ²)	0,039 (km ²)
Intensitas Curah Hujan	53,02 (mm/jam)	41,40 (mm/jam)
Koefisien Limpasan	0,52	0,52
Debit Air Limpasan	1.628,08 (m ³ /jam)	840,24 (m ³ /jam)

Berdasarkan hasil pengolahan data (Tabel 1), kemudian dilakukan perhitungan dimensi saluran terbuka yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Saluran Terbuka

Komponen Saluran	Drainase 1 (m)	Drainase 2 (m)
Lebar dasar saluran	0,37	0,29
Luas dasar saluran	0,36	0,23
Lebar permukaan	1,4	1,1
Kedalaman saluran	0,51	0,41
Kemiringan dinding	45	45
Panjang sisi miring s	0,72	0,58
Tinggi jagaan	0,07	0,05

Pengelolaan air asam tambang dilakukan dengan cara pengolahan aktif sebagai solusi yang cepat dan terkontrol untuk menanggulangi Air Asam Tambang (AAT) yang sudah terbentuk, khususnya pada volume besar atau konsentrasi logam yang sangat tinggi. Metode ini bekerja dengan mengumpulkan AAT ke dalam *settling pond* lalu ditambahkan reagen penetralan yang bersifat basa, seperti kapur tohor untuk menaikkan pH air. Reaksi kimia ini menyebabkan logam berat terlarut di dalam AAT mengalami pengendapan menjadi bentuk padatan yang disebut *sludge*. Air yang telah dinetralkan dan bebas logam kemudian dilepaskan setelah melewati

tahap sedimentasi di kolam pengendapan, sementara *sludge* yang dihasilkan diolah lebih lanjut dan disimpan di tempat khusus untuk mencegah pelepasan logam kembali ke lingkungan.

4. Revegetasi

Jenis tanaman yang digunakan mengacu pada dokumen reklamasi PT ASSB, yaitu kelapa sawit, *cover crops*, dan tanaman sisipan (petai). Tahapan dimulai dari persiapan lapangan melalui pemasangan ajir sesuai jarak tanam. Selanjutnya dilakukan pengadaan bibit, dimana kebutuhan kelapa sawit pada lahan seluas 7,85 ha berjumlah 1.123 bibit dengan jarak tanam 9 x 9 m. Penanaman *cover crops* direncanakan sebanyak 7 kg per hektar dan didapat total kebutuhan 55 kg bibit. Selain itu, dilakukan penanaman tanaman sisipan berupa tanaman petai dengan rencana penanaman 40 bibit per hektar dan didapat jumlah 314 bibit dengan jarak tanam 5 x 5 m. Penyulaman diestimasikan 10% dari total keseluruhan tanaman yaitu tanaman pionir sebanyak 112 bibit dan tanaman sisipan 31 bibit. Sketsa penanaman dapat dilihat pada Gambar 3.

5. Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan reklamasi mencakup pemupukan tanaman penutup tanah (*cover crops*) hingga berumur tiga bulan untuk mempercepat penutupan lahan (Tabel 3). Selain itu, diberikan juga pupuk dasar untuk tanaman sisipan sebanyak 314 kg dengan dosis 1 kg per batang. Pemeliharaan kelapa sawit dilakukan melalui kastrasi, pembuatan piringan, penyulaman, serta pemupukan sesuai fase TBM (Tandan Belum Menghasilkan) dengan jenis

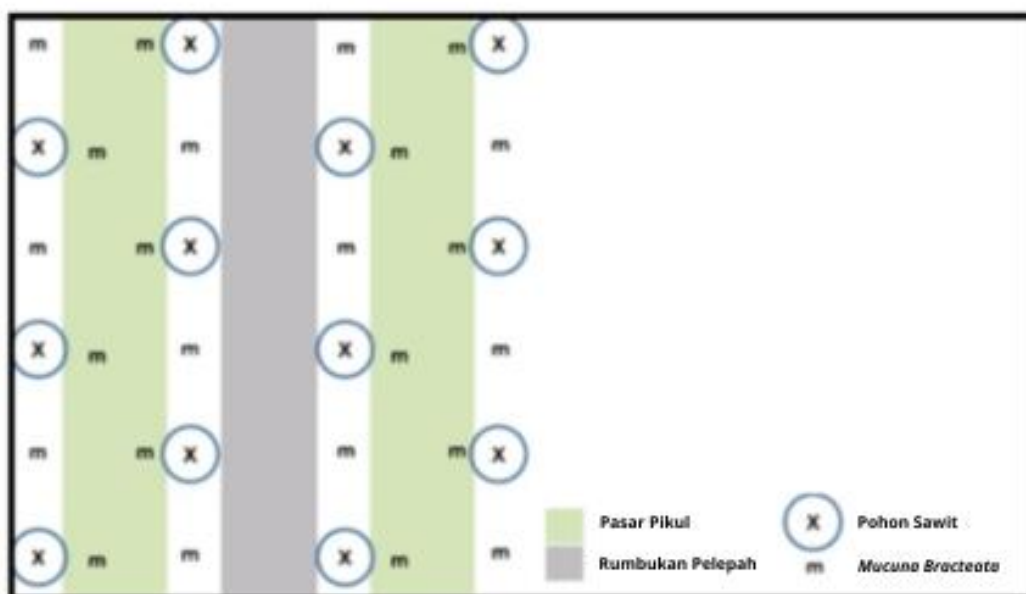
dan dosis pupuk yang disarankan oleh Peraturan Menteri Pertanian Tahun 2016 [9] dan Firmansyah, dkk [10] seperti Urea, TSP, MOP, Dolomit, RP, Boron, dan CuSO₄. Lebih jelasnya terkait kebutuhan pupuk kelapa sawit selama tiga tahun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Kebutuhan Pupuk *Cover Crops* Selama 3 Tahun

Umur (bulan)	NPK 15:15:6:4 (kg)	Rock Phosphate (kg)
1	157	-
2	-	471
3	-	471

Tabel 4. Kebutuhan Pupuk Kelapa Sawit Selama 3 Tahun

Pupuk	Jumlah Kebutuhan
Urea	8.306 kg
RP	280 kg
TSP	5.163 kg
MOP	7.015 kg
Dolomit	8.980 kg
Boron	280 kg
CuSO ₄	56 kg



Gambar 3. Sketsa Penanaman

KESIMPULAN

Perencanaan reklamasi pada disposal 2 PT ASSB mencakup penataan lahan melalui pembuatan jenjang setinggi 5 meter dengan lebar 8 meter dan kemiringan 15° dengan rencana RL ± 69 yang membutuhkan timbunan sebesar 46.084 LCM dan dikerjakan menggunakan satu *bulldozer* selama 257 jam. Selanjutnya penebaran *topsoil* pada area seluas 7,85 ha dengan ketebalan *topsoil* 50 cm diperlukan volume sebesar 39.250 m³, menggunakan kombinasi satu unit *excavator*, empat unit *dump truck*, dan satu unit *bulldozer* dengan estimasi waktu kerja 310 jam. Selanjutnya dilakukan pembangunan dua saluran terbuka untuk mengalirkan limpasan air hujan.

Rencana revegetasi meliputi penanaman 1.123 bibit kelapa sawit dengan jarak 9×9 meter, *cover crops* sebanyak 55 kg dengan sistem tabur, serta 314 bibit petai dengan jarak 5×5 meter dengan total waktu penanaman sekitar 9,43 hari, diawali persiapan lahan, pengadaan bibit, dan penanaman. Pemeliharaan dilakukan melalui pemupukan *cover crops* selama tiga bulan, pemberian pupuk dasar untuk tanaman sisipan, serta perawatan kelapa sawit melalui kastrasi, pembuatan piringan, penyulaman, dan pemupukan sesuai fase TBM dengan menggunakan pupuk sesuai dosis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [2] Patiung, O., Sinukaban, N., Tarigan, S. D., & Damanik, D. D. (2011). Pengaruh umur reklamasi lahan bekas tambang batubara terhadap fungsi hidrologis. *Jurnal Hidrolitan*, 2(1), 60–73.
- [3] Ramadhanu, R., Yovanda, R., & Nursani, R. (2025). Analisis revegetasi pada lahan reklamasi tambang batu kapur disposal 4 di PT Semen Baturaja Tbk. *Humaniora: Jurnal Humaniora dan Sosial Sains*, 2(3), 409-413.
- [4] Sandan, S., & Nurcholis, M. (2023). Perencanaan penataan lahan pada lahan reklamasi PT. Mega Multi Energi, Barito Utara, Kalimantan Tengah. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 6(2), 90-94.
- [5] Tambunan, E. R., Junaedi, A., & Agusta, H. (2024). Manajemen pemupukan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Labuhanbatu, Sumatera Utara. *Buletin Agrohorti*, 12(1), 80-88.
- [6] Agung, M., Wahab, W., & Firdaus, F. (2020). Analisis Kebutuhan Alat Gali Muat dan Angkut pada Blok Ulin PT Indrabakti Mustika, Kec. Langgikima, Kab. Konawe Utara. *Jurnal Geomining Teknik Pertambangan Unkhair*, 1(2), 79–88.
- [7] Sofwan Hadi. (2018). *Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*. Banjarmasin: Politeknik Negeri Banjarmasin.
- [8] Kamiana, I. M. (2011). Teknik perhitungan debit rencana bangunan air. *Graha Ilmu, Yogyakarta*.
- [9] Kementerian Pertanian RI. (2016). *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 18/Permentan/KB.330/5/2016 tentang Pedoman Peremajaan Perkebunan Kelapa Sawit*.
- [10] Firmansyah, E., Umami, A., Nurjanah, D., Dinarti, S. I., Mawandha, H. G., Puruhito, D. D., & Purwadi, I. (2021). *Pengelolaan tanaman penutup tanah di perkebunan kelapa sawit*. Yogyakarta: INSTIPER Press.