

**PERENCANAAN REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN
SIRTU DI DESA TROSONO, KECAMATAN PARANG, KABUPATEN
MAGETAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Lingkungan



Disusun oleh

INDAH LARASATI

NIM. H95218050

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Indah Larasati

NIM : H95218050

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2018

menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "PERENCANAAN REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN SIRTU DI DESA TROSONO, KECAMATAN PARANG, KABUPATEN MAGETAN". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 4 November 2022

Yang menyatakan,



(Indah Larasati)

NIM.H95218050

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dokumen Tugas Akhir oleh:

NAMA : INDAH LARASATI

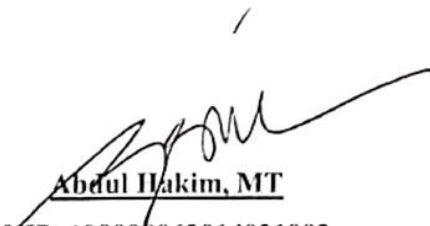
NIM : H95218050

JUDUL : PERENCANAAN REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN SIRTU
DI DESA TROSONO, KECAMATAN PARANG, KABUPATEN MAGETAN


Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan,

Surabaya, 11 Oktober 2022

Dosen Pembimbing I


Abdul Hakim, MT
NIP. 198008062014031002

Dosen Pembimbing II


Yusrianti, M.T
NIP. 198210222014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir oleh:

Nama : Indah Larasati

NIM : H95218050

Judul : Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu di Desa Trosono,
Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan

telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 21 Oktober 2022

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Dosen Penguji I


Abdul Hakim, S.T. M.T

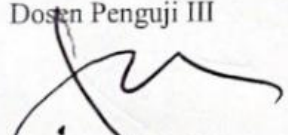
NIP.198008062014031002

Dosen Penguji II


Yusrianti, M.T

NIP.198210222014032001

Dosen Penguji III


Arqowi Pribadi, M.Eng

NIP.198701032014031001

Dosen Penguji IV


Teguh Taruna Utama, M.T

NUP. 201603319

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. M. Zepul Hamdani, M.Pd
NIP.196507312000031002



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : INDAH LARASATI
NIM : H95218050
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : indahlarasati124@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PERENCANAAN REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN SIRTU DI DESA

TROSONO, KECAMATAN PARANG, KABUPATEN MAGETAN

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 4 November 2022

Penulis

(INDAH LARASATI)

ABSTRAK

PERENCANAAN REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN SIRTU DI DESA TROSONO, KECAMATAN PARANG, KABUPATEN MAGETAN

Kegiatan penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan. Hal ini dapat dinilai berdasarkan tiga aspek penilaian kerusakan lahan bekas penambangan bahan galian C menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010. Aspek yang ditinjau yaitu topografi, kondisi tanah, dan vegetasi pada lahan bekas penambangan bahan galian C. Upaya perbaikan kondisi lingkungan perlu dilakukan segera setelah kegiatan penambangan berakhir untuk mencegah bahaya dan bencana akibat kerusakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kerusakan lahan yang diakibatkan oleh aktivitas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan, serta menentukan rencana kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan yaitu dengan mengembalikan fungsi lahan bekas penambangan sirtu sesuai peruntukannya menurut Peraturan Daerah Kabupaten Magetan Nomor 15 tahun 2012 sebagai lahan hutan produksi dan perkebunan.

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan data primer dan data sekunder diperoleh melalui penerapan metode survei pemetaan lapangan, pengujian sampel di laboratorium, dan pengumpulan data-data sekunder dari dinas terkait. Berdasarkan evaluasi kriteria kerusakan lahan yang telah dilakukan terhadap kondisi topografi, tanah, dan vegetasi, diketahui sebesar 75% dari parameter tersebut masih layak untuk dijadikan kawasan hutan dan perkebunan. Kegiatan reklamasi yang direncanakan meliputi penatagunaan lahan, revegetasi lahan, dan pemeliharaan tanaman. Kegiatan penatagunaan lahan dilakukan dengan mengatur geometri lereng membentuk terasering dimana tinggi tebing maksimal 3 meter, lebar teras 2,1 meter, sudut kemiringan lereng akhir penambangan 30° , dan sudut teras sebesar 45° . Sebagai upaya pencegahan erosi, pada penelitian ini direncanakan juga saluran drainase ekonomis berbentuk trapesium dengan dinding berupa pasangan batu. Tanaman yang direncanakan pada kegiatan revegetasi yaitu sengon dan jahe dengan jumlah bibit masing-masing sebanyak 56 bibit dan 9.833 bibit. Dari semua kegiatan reklamasi dan pertimbangan biaya tidak langsung pada penelitian ini didapatkan hasil perhitungan rencana anggaran biaya sebesar Rp592.168.000,00

Kata kunci: penambangan, reklamasi, topografi, tanah, revegetasi

ABSTRACT

PLANNING FOR EX-SIRTU MINING LAND RECLAMATION IN TROSONO VILLAGE, PARANG DISTRICT, MAGETAN REGENCY

Sirtu mining activities in Trosono Village, Parang District, Magetan Regency have the potential to cause environmental damage. This can be assessed based on three aspects of assessing the damage to ex-ex-mining C mining areas according to East Java Governor Regulation No. 62 of 2010. The aspects reviewed are topography, soil conditions, and vegetation on ex-ex-mining C mining areas. Efforts to improve environmental conditions need to be carried out immediately after mining activities end to prevent hazards and disasters due to environmental damage. This study aims to examine the land damage caused by mining activities in the village of Trosono, Parang District, Magetan Regency, and to determine the plan for the reclamation of ex-mining land, namely by restoring the function of the ex-mining mining land according to its designation according to the Magetan Regency Regulation Number 15 of 2012 as production forest land and plantations.

This type of research is a quantitative research with primary data and secondary data obtained through the application of field mapping survey methods, sample testing in the laboratory, and collection of secondary data from the relevant agencies. Based on the evaluation of land damage criteria that have been carried out on topography, soil, and vegetation conditions, it is known that 75% of these parameters are still suitable for forest and plantation areas. The planned reclamation activities include land use management, land revegetation, and plant maintenance. Land use activities are carried out by adjusting the geometry of the slopes to form terraces where the maximum cliff height is 3 meters, the terrace width is 2.1 meters, the slope angle at the end of mining is 30°, and the terrace angle is 45°. As an effort to prevent erosion, this study also planned an economical drainage channel in the form of a trapezoid with a wall in the form of masonry. Plants planned for revegetation activities are sengon and ginger with 56 seeds and 9,833 seeds, respectively. From all reclamation activities and indirect cost considerations in this study, the results of the calculation of the budget plan were Rp592.168.000.

Keywords: mining, reclamation, topography, soil, revegetation

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR RUMUS	xviii
DAFTAR ISTILAH DAN AKRONIM	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pertambangan.....	6
2.1.1 Jenis Pertambangan.....	7

2.1.2	Jenis Bahan Galian	8
2.1.3	Tahapan Pertambangan	8
2.2	Dampak Pertambangan Terhadap Lingkungan	10
2.2.1	Perubahan Kualitas Air dan Hidrologi	11
2.2.2	Berkurangnya Flora dan Fauna	12
2.2.3	Perubahan Topografi	13
2.2.4	Erosi dan Sedimentasi	13
2.3	Kriteria Kerusakan Lahan Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 Tahun 2010	14
2.3.1	Topografi	18
2.3.2	Tanah	20
2.3.3	Vegetasi	20
2.4	Pertambangan Sirtu	20
2.5	Dasar Hukum Reklamasi Lahan Bekas Tambang	21
2.6	Reklamasi Lahan Bekas Tambang	21
2.6.1	Persiapan Lahan	22
2.6.2	Penatagunaan Lahan	23
2.6.3	Revegetasi	29
2.6.4	Penentuan Jenis Tanaman Revegetasi	30
2.6.5	Pemeliharaan Tanaman	35
2.6.6	Alat yang Digunakan	36
2.7	Analisis Biaya Reklamasi Lahan Bekas Tambang	37
2.7.1	Biaya Langsung	37
2.7.2	Biaya Tidak Langsung	38
2.7.3	Total Biaya	38
2.8	Integrasi Keislaman	38

2.9	Penelitian Terdahulu	40
BAB III METODE PENELITIAN		48
3.1	Lokasi Penelitian	48
3.2	Waktu Penelitian	48
3.3	Kerangka Pikir Penelitian	50
3.4	Tahapan Penelitian	51
3.4.1	Tahap Persiapan	55
3.4.2	Tahap Pelaksanaan	55
3.4.3	Tahap Pengolahan Data.....	60
3.5	Metode Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu	62
3.5.1	Persiapan Lahan	63
3.5.2	Penatagunaan Lahan.....	63
3.5.3	Revegetasi Lahan	68
3.5.4	Pemeliharaan	68
BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI PERENCANAAN		69
4.1	Gambaran Umum Desa Trosono.....	69
4.1.1	Letak Geografi dan Batas Administrasi	69
4.1.2	Kondisi Geologi	71
4.1.3	Kondisi Topografi	74
4.1.4	Kondisi Hidrogeologi.....	76
4.1.5	Kondisi Klimatologi.....	78
4.2	Pertambangan Sirtu di Desa Trosono.....	78
4.2.1	Status Perizinan.....	79
4.2.2	Luas Wilayah	79
4.2.3	Kondisi Eksisting Lahan Bekas Penambangan Sirtu dan Kemajuan Tambang.....	81

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	85
5.1 Evaluasi Kriteria Kerusakan Lahan Bekas Tambang.....	85
5.1.1 Aspek Topografi.....	87
5.1.2 Aspek Tanah.....	89
5.1.3 Aspek Vegetasi.....	89
5.1.4 Hasil Evaluasi Kriteria Kerusakan Lahan	90
5.2 Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Tambang.....	90
5.2.1 Hasil Evaluasi Kesesuaian Lahan	90
5.2.2 Persiapan Lahan	100
5.2.3 Penatagunaan Lahan.....	101
5.2.4 Revegetasi Lahan	115
5.2.5 Pemeliharaan Tanaman	117
5.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	119
5.3.1 Rencana Anggaran Biaya Langsung	119
5.3.2 Rencana Anggaran Biaya Tidak Langsung.....	122
5.4 Integrasi Keislaman.....	125
BAB VI PENUTUP	126
6.1 Kesimpulan	126
6.2 Saran.....	127
DAFTAR PUSTAKA	128
LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI LAPANGAN	1
BIODATA PENULIS.....	11

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisis Kesesuaian Lahan Berdasarkan Sifat Fisik dan Hayati Lingkungan	15
Tabel 2.2 Sudut Lereng Akhir Penambangan	25
Tabel 2.3 Kelas drainase tanah	32
Tabel 2.4 Penentuan Tekstur di Lapangan	33
Tabel 2.5 Kelas Tekstur Tanah	34
Tabel 2.6 Kriteria Penilaian Kesuburan Tanah (LPT 1984)	35
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu	40
Tabel 3.1 Data Primer yang Diperlukan	55
Tabel 3.2 Data Sekunder yang Diperlukan	57
Tabel 3.3 Perlengkapan Penelitian	58
Tabel 3.4 Kesesuaian tanaman sengon (<i>Albizia falcataria</i>)	60
Tabel 3.5 Kesesuaian tanaman jahe (<i>Zingiber officinale</i>)	61
Tabel 5. 1 Evaluasi Kriteria Kerusakan Lahan Bekas Tambang	85
Tabel 5.2 Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Sengon	93
Tabel 5.3 Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Jahe	94
Tabel 5.4 Temperatur Udara di Kabupaten Magetan Periode Tahun 2012-2021 .	95
Tabel 5. 5 Curah Hujan dan Jumlah Hari Hujan Stasiun Parang tahun 2012-2021	96
Tabel 5. 6 Kelembaban Udara di Kabupaten Magetan Periode Tahun 2012-2021	97
Tabel 5.7 Dimensi Saluran Drainase	108
Tabel 5.8 Dimensi Saluran Drainase di Lapangan	116
Tabel 5.9 Rencana Anggaran Biaya	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sketsa Penataan Lereng.....	25
Gambar 2. 2 Bentuk-Bentuk Penampang Saluran Drainase	29
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	49
Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian	51
Gambar 3. 3 Tahapan Penelitian	53
Gambar 3.4 Konsep Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu..	54
Gambar 4. 1 Peta Desa Trosono.....	70
Gambar 4. 2 Peta Geologi Inderaan Jauh Lembar Ponorogo.....	72
Gambar 4. 3 Peta Geologi Kabupaten Magetan.....	73
Gambar 4. 4 Peta Kontur Desa Trosono dan Sekitarnya	75
Gambar 4. 5 Peta Aliran Sungai di Desa Trosono dan Sekitarnya	77
Gambar 4.6 Peta Batas Wilayah Izin Usaha Pertambangan	80
Gambar 4.7 Tahapan Penambangan Sirtu.....	81
Gambar 4.8 Peta Kondisi Lahan Penambangan Sirtu di Desa Trosono	83
Gambar 4.9 Lahan yang Akan Direklamasi.....	84
Gambar 5. 1 Kondisi Tanaman pada Lahan Bekas Tambang.....	89
Gambar 5. 2 Lokasi Pengambilan dan Pengamatan Sampel Tanah.....	92
Gambar 5.3 Kondisi Lahan Bekas Tambang Sebelum Penataan.....	102
Gambar 5.4 Kondisi tebing dan galian pada lahan perencanaan	102
Gambar 5.5 Permodelan Bentuk Lereng dengan Bangun Segitiga Siku-siku	103
Gambar 5.6 Sketsa Penataan Geometri Lereng Lahan Bekas Penambangan	104
Gambar 5.7 Rencana Sistem Drainase pada Lahan Bekas Tambang.....	110
Gambar 5.8 Desain Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu.....	113
Gambar 5.9 Rencana Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu	114

DAFTAR RUMUS

(Rumus 3. 1) Menentukan Suhu Tanah	32
(Rumus 3. 2) Menghitung Kebutuhan Overburden.....	63
(Rumus 3. 3) Menghitung Kebutuhan Top Soil.....	63
(Rumus 3. 4) Menghitung Jumlah Pot per Hektar	64
(Rumus 3. 5) Menghitung Volume Pot.....	64
(Rumus 3. 6) Menghitung Nilai X_T Metode Distribusi Normal	64
(Rumus 3. 7) Menghitung Nilai K_T Metode Distribusi Normal	64
(Rumus 3. 8) Menghitung Nilai Y_T Metode Distribusi Log Normal	64
(Rumus 3. 9) Menghitung Nilai K_T Metode Distribusi Log Normal	64
(Rumus 3. 10) Menghitung Nilai X_T Metode Distribusi Log Person III	64
(Rumus 3. 11) Menghitung Nilai X_T Metode Distribusi Gumbel.....	64
(Rumus 3. 12) Menghitung Nilai K Metode Distribusi Gumbel	65
(Rumus 3. 13) Menghitung Nilai S Metode Distribusi Gumbel	65
(Rumus 3. 14) Menghitung Nilai Y_n Metode Distribusi Gumbel	65
(Rumus 3. 15) Menghitung Nilai Y_t Metode Distribusi Gumbel	65
(Rumus 3. 16) Menghitung S_n Metode Distribusi Gumbel	65
(Rumus 3. 17) Menghitung Periode Ulang	66
(Rumus 3. 18) Menghitung Intensitas Hujan	66
(Rumus 3. 19) Menghitung Debit Air Limpasan	66
(Rumus 3. 20) Menghitung Debit Air Limpasan Maksimum dengan Rumus Manning	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Lapangan	I-1
Lampiran 2 Data Sekunder dari Instansi Terkait	II-1
Lampiran 3 Analisis Data Hujan dan Perhitungan Sistem Drainase.....	III-1
Lampiran 4 Hasil Pengujian Parameter Kesuburan Tanah	IV-1
Lampiran 5 Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010	V-1
Lampiran 6 Analisis Harga Satuan Pokok Kegiatan Kabupaten Magetan Tahun Anggaran 2022	VI-1



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Undang - Undang RI Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Undang-Undang RI Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, yang dimaksud dengan pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan Pascatambang. Mineral dapat diartikan sebagai senyawa anorganik yang terbentuk di alam dengan sifat fisik dan kimia tertentu serta susunan kristal teratur atau gabungannya yang membentuk batuan, baik dalam bentuk lepas maupun padu. Adapun penambangan merupakan bagian kegiatan usaha pertambangan untuk memproduksi mineral dan/atau batubara serta mineral ikutannya.

Di dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 Tahun 2010 tentang Kriteria Kerusakan Lahan Penambangan Sistem Tambang Terbuka di Jawa Timur disebutkan bahwa setiap usaha atau kegiatan penambangan sistem tambang terbuka berpotensi menimbulkan kerusakan lahan yang memengaruhi tata keseimbangan tanah, air, maupun permukaan lahan. Perubahan topografi pada lahan bekas tambang akan mengakibatkan perubahan fungsi lahan karena terjadinya erosi tanah, tanah menjadi tandus, timbulnya lereng yang curam, serta adanya cekungan (Mustofa, Nusanto, & Amri, 2021). Dalam rangka mencegah terjadinya perubahan fungsi lahan dan meminimalkan kerusakan lahan pada area pertambangan, pemilik usaha pertambangan wajib merencanakan dan melaksanakan kegiatan reklamasi pada lahan bekas tambang dengan tujuan untuk mengembalikan topografi lahan yang berubah sehingga dapat difungsikan sesuai peruntukannya.

Reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya. Melalui Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia nomor 26

tahun 2018 tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara, pemerintah mewajibkan setiap pemegang IUP dan IUPK untuk menyampaikan rencana reklamasi, menempatkan jaminan reklamasi, melaksanakan reklamasi, serta melaporkan pelaksanaan reklamasi.

Lahan pertambangan merupakan anugerah dari Allah SWT yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup di dunia. Allah SWT memerintahkan manusia untuk makan dan minum dari rizki yang telah diberikan, tetapi jangan sampai mengingkari nikmatnya dengan berbuat kerusakan di bumi. Hal ini sebagaimana yang telah difirmankan di dalam Al-Quran Surah Al-Baqarah ayat 60 sebagai berikut:

كُلُوا وَاشْرَبُوا مِنْ رِزْقِ اللَّهِ وَلَا تَعْتُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ - ٦٠

Artinya:

“...Makan dan minumlah dari rizki (yang diberikan) Allah, dan janganlah kamu melakukan kejahatan di bumi dengan berbuat kerusakan.”

(quran.kemenag.go.id/)

Mengingat bahwa kegiatan pertambangan dapat menimbulkan perubahan topografi, fungsi lahan, dan bahkan kerusakan lingkungan, maka upaya reklamasi merupakan suatu tindakan yang mencerminkan perilaku taat kepada Allah SWT dalam rangka mencegah kerusakan di bumi seperti terjemahan Al-Qur'an Surah Al-Baqarah ayat 60 di atas. Alasannya, tujuan utama kegiatan reklamasi dan pascatambang yaitu untuk menjaga kestabilan lingkungan agar manusia dan makhluk hidup lainnya dapat hidup dengan nyaman di bumi.

Menurut data Sumber Daya Alam (SDA) Kabupaten Magetan dalam angka tahun 2018, diketahui sebanyak 7 (tujuh) pemohon Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi di wilayah Kecamatan Parang Kabupaten Magetan dengan komoditas berupa sirtu (kerikil berpasir alami) dan tanah urug. Total luas lahan yang digunakan untuk usaha pertambangan bahan galian C tersebut seluas 97,799 Ha. Dari 7 (tujuh) titik pertambangan itu, terdapat 2 (dua) titik pertambangan yang sudah tidak melakukan produksi karena komoditas sirtu dan tanah urug sudah tidak tersedia. Namun, ketika dilakukan peninjauan ke lahan bekas penambangan pada salah satu titik di Desa Trosono, diketahui kegiatan reklamasi dan pascatambang

yang dilakukan masih meninggalkan tebing tinggi dan lubang di sekitar area penambangan.

Berdasarkan data Bappeda Kabupaten Magetan, Desa Trosono dikategorikan sebagai wilayah rawan bencana tanah longsor karena adanya pergerakan tanah yaitu luncuran tanah rotasi (*rotational sliding*). Selain itu, adanya kegiatan penggundulan hutan untuk usaha pertambangan bahan galian dan produksi kayu mengakibatkan Desa Trosono termasuk ke dalam daerah rawan bencana kekeringan (SETDAKAB Magetan, 2019). Ditinjau dari Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Magetan Tahun 2012-2032, Desa Trosono Kecamatan Parang merupakan kawasan yang diperuntukan sebagai area tegalan atau pertanian lahan kering. Adanya kegiatan penambangan bahan galian di Desa Trosono berpotensi mengakibatkan perubahan fungsi lahan apabila tidak dilakukan upaya reklamasi lahan bekas penambangan dengan tepat.

Dari penjelasan mengenai dampak usaha pertambangan, pentingnya upaya reklamasi lahan bekas tambang, kondisi geologi, dan data rawan bencana untuk Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan pada uraian di atas, maka pada penelitian ini akan direncanakan suatu Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan. Pada lokasi perencanaan reklamasi ini telah dilaksanakan kegiatan reklamasi yang mengacu pada dokumen rencana reklamasi tahun 2016-2021. Adapun perencanaan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu yang disusun penulis pada penelitian ini merupakan rencana reklamasi pada lahan bekas penambangan sirtu yang belum terealisasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang mendasari penelitian ini, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana tingkat kerusakan lahan pada lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan?
- b. Bagaimana rancangan teknis reklamasi yang digunakan agar lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya?

- c. Bagaimana analisis biaya untuk kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui tingkat kerusakan lahan pada area penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan.
- b. Merencanakan secara teknis reklamasi lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan.
- c. Menghitung rencana anggaran biaya (RAB) untuk kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono Kecamatan Parang Kabupaten Magetan.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memudahkan analisis data dalam penelitian ini ditentukan beberapa batasan permasalahan sebagai berikut:

- a. Analisis kerusakan lahan di area penambangan sirtu dilakukan dengan mengacu ketentuan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 Tahun 2010.
- b. Parameter kesuburan tanah yang diuji terdiri dari tekstur tanah, pH, C-Organik, N-total, K₂O total, P₂O₅, dan KTK tanah.
- c. Perencanaan teknis kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu dilakukan mulai dari penataan lahan, penebaran tanah zona pengakaran, pengendalian erosi dan sedimentasi, revegetasi, serta pemeliharaan.
- d. Rencana penataan lereng yang dilakukan hanya secara sederhana dan tidak mendetail hingga perhitungan kuat lereng (mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 Tahun 2010).
- e. Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) dilakukan dengan menghitung setiap satuan pekerjaan secara garis besar berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kabupaten Magetan tahun anggaran 2022.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk beberapa pihak yang berkaitan adalah sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, penelitian ini dapat menambah wawasan dan kemampuan dalam hal pengelolaan lahan bekas tambang serta sebagai pendalaman materi yang telah diajarkan dalam perkuliahan teknik lingkungan.
- b. Bagi civitas akademika, penelitian tentang rencana reklamasi lahan bekas tambang bisa dijadikan referensi dan media literasi untuk penelitian selanjutnya pada topik penelitian yang serupa.
- c. Bagi instansi atau perusahaan terkait, penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan dan rekomendasi dalam hal pengelolaan lahan bekas penambangan sirtu untuk meminimalkan dampak negatif akibat usaha pertambangan.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertambangan

Pertambangan di dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang perubahan atas UU Nomor 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara didefinisikan sebagai sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang terdiri dari penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian atau pengembangan dan/atau pemanfaatan, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang. Pertambangan mineral merupakan pertambangan kumpulan mineral yang berupa bijih atau batuan, di luar panas bumi, minyak dan gas bumi, serta air tanah. Mineral termasuk ke dalam senyawa anorganik yang terbentuk di alam, yang memiliki sifat fisik dan kimia tertentu serta susunan kristal teratur atau gabungannya yang membentuk batuan, baik dalam bentuk lepas atau padu.

Menurut (Utoyo, 2006), pertambangan adalah kegiatan pengolahan dan pemanfaatan bahan galian yang terdiri dari rangkaian tahap pengamatan, peninjauan, dan penambangan mineral pada lapisan litosfer bumi atau pada permukaan bumi. Pertambangan merupakan suatu aktivitas yang memanfaatkan sumberdaya alam untuk dijadikan produk tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia. Aktivitas pertambangan memiliki tingkat resiko yang tinggi terhadap lingkungan, baik lingkungan fisik maupun lingkungan sosial. Sektor pertambangan sangat penting untuk dikaji karena aktivitas pertambangan pada umumnya memiliki dampak negatif terhadap beberapa aspek kehidupan. Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada sektor pertambangan adalah konflik sosial (sengketa lahan) dan pengelolaan pasca penambangan yang tidak sesuai dengan SOP-nya (As'ari, Mulyanie, & Rohmat, 2019).

2.1.1 Jenis Pertambangan

Pertambangan berdasarkan sifat dan lokasi bahan galian, dibedakan menjadi dua macam yaitu pertambangan sistem terbuka dan pertambangan sistem tertutup.

A. Pertambangan Terbuka

Pertambangan terbuka merupakan salah satu jenis pertambangan dimana kegiatan eksploitasi/penambangan kandungan bumi dilakukan melalui pembongkaran lapisan tanah dan batuan sehingga dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya (Utoyo, 2006). Menurut (Pamungkas & Suryaningrum, 2018), pertambangan terbuka biasanya dilakukan dengan cara *open pit mining* (galian terbuka), *strip mining* (tambang bidang), dan *quarrying* (menambang endapan). Eksploitasi bahan mineral dengan tambang terbuka sering menyebabkan terpotongnya puncak gunung dan menimbulkan lubang yang besar. Pada metode *strip mining* (tambang bidang), eksploitasi bahan tambang dilakukan menggunakan alat yang mampu mengeruk permukaan bumi dan dilakukan pada bidang galian dengan luasan terbatas. Lubang atau lahan yang telah diambil bahan galiannya tersebut kemudian dilakukan pengurugan dengan material dari sekitar lahan agar tertutup kembali. Adapun metode *quarrying*, biasanya diterapkan pada penambangan material penyusun bangunan yaitu batu, kerikil

B. Pertambangan Tertutup

Jenis pertambangan tertutup dilakukan untuk lahan dengan letak bahan galian yang ditambang berada jauh di dalam perut bumi, sehingga apabila dilakukan penambangan sistem terbuka akan mengakibatkan semakin besarnya volume batuan yang dikeluarkan. Produktivitas sistem pertambangan tertutup berkisar pada 5 hingga 50 kali lebih rendah dibandingkan dengan teknik pertambangan terbuka. Hal ini disebabkan oleh alat pada sistem pertambangan tertutup berukuran lebih kecil daripada alat pada sistem pertambangan terbuka, serta akses masuk ke dalam lubang tambang tidak terlalu luas (Pamungkas & Suryaningrum, 2018).

2.1.2 Jenis Bahan Galian

Adapun jenis barang-barang tambang disajikan pada data klasifikasi barang tambang sebagai berikut (Utoyo, 2006):

A. Bahan Galian A (bahan galian strategis)

Bahan galian A yaitu barang tambang yang berperan penting dalam pertahanan, keamanan negara, dan turut serta menunjang stabilitas perekonomian negara. Pertambangan bahan galian A dalam hal pengusahaannya dapat dilakukan oleh pemerintah atau juga bisa dilakukan oleh perusahaan milik negara. Pelaksana kegiatan penambangan bahan galian A dapat bekerja sama dengan perusahaan swasta nasional atau dengan perusahaan asing yang dipilih oleh negara. Contohnya, pertambangan minyak bumi dan gas bumi oleh PT. Pertamina dimana pelaksanaan kegiatan pertambangannya bekerja sama dengan Caltex, Stanvac, Petronas.

B. Bahan Galian B (bahan galian vital)

Bahan galian B yaitu barang-barang tambang yang keberadaannya dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup orang banyak. Kegiatan penambangan bahan galian B dapat dilakukan oleh masyarakat. Contohnya: pertambangan emas, bauksit, tembaga, dan lain sebagainya.

C. Bahan Galian C (bahan galian untuk kegiatan industri)

Bahan Galian C adalah jenis komoditas pertambangan yang mana kegiatan penambangannya dapat dilakukan oleh masyarakat. Contohnya: pertambangan batu pasir, gamping, tanah urug, andesit, dan lain sebagainya.

2.1.3 Tahapan Pertambangan

Tahap-tahap kegiatan pertambangan berdasarkan ayat 1 pasal 1 Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 meliputi: penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian atau pengembangan dan/atau pemanfaatan, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang. Penjelasan masing-masing tahapan kegiatan pertambangan dijelaskan pada uraian di bawah ini:

1. Penyelidikan umum, yaitu tahap awal dalam kegiatan pertambangan yang bertujuan untuk mempelajari kondisi geologi regional dan mengidentifikasi keberadaan mineral pada suatu wilayah..
2. Eksplorasi, yaitu tahapan dalam kegiatan usaha pertambangan dalam rangka memperoleh data secara terperinci dan jelas mengenai lokasi, bentuk, dimensi, sebaran, kualitas, dan sumber daya terukur dari bahan galian, serta informasi mengenai lingkungan sosial dan lingkungan hidup.
3. Studi kelayakan, yaitu tahap pengkajian untuk memperoleh informasi secara rinci aspek yang berkaitan agar dapat diketahui kelayakan ekonomis dan teknis usaha pertambangan, termasuk di dalamnya analisis mengenai dampak terhadap lingkungan dan perencanaan pascatambang.
4. Konstruksi, yaitu kegiatan usaha pertambangan berupa pembangunan seluruh fasilitas operasi produksi hingga pengendalian dampak lingkungan.
5. Penambangan, yaitu bagian dari kegiatan usaha pertambangan untuk memproduksi mineral dan/atau batubara serta mineral ikutannya.
6. Pengolahan, yaitu upaya meningkatkan mutu komoditas tambang mineral untuk menghasilkan produk dengan sifat fisik dan kimia yang tidak berubah dan sifat komoditas tambang asal untuk dilakukan pemurnian atau menjadi bahan baku industri.
7. Pemurnian adalah upaya untuk meningkatkan mutu komoditas tambang mineral melalui proses fisika maupun kimia serta proses peningkatan kemurnian lebih lanjut untuk menghasilkan produk dengan sifat fisik dan kimia yang berbeda dari komoditas tambang asal sampai dengan produk logam sebagai bahan baku industri.
8. Pengembangan dan/atau pemanfaatan adalah upaya untuk meningkatkan mutu batubara dengan atau tanpa mengubah sifat fisik atau kimia batubara asal.
9. Pengangkutan adalah kegiatan usaha pertambangan untuk memindahkan mineral dan/atau batubara dari daerah tambang dan/atau batubara dari daerah tambang dan/atau tempat pengolahan dan/atau pemurnian sampai tempat penyerahan.

10. Penjualan adalah kegiatan usaha pertambangan untuk menjual hasil pertambangan mineral atau batubara.
11. Kegiatan pascatambang, selanjutnya disebut pascatambang adalah kegiatan terencana, sistematis, dan berlanjut setelah sebagian atau seluruh kegiatan usaha pertambangan untuk memulihkan fungsi lingkungan alam dan fungsi sosial menurut kondisi lokal di seluruh wilayah penambangan.

Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam penentuan potensi dampak lingkungan pada kegiatan penambangan dan pembuangan limbah usahanya menurut (Pamungkas & Suryaningrum, 2018) adalah sebagai berikut:

1. Luas area pertambangan dan kedalaman galian untuk mencapai bahan galian.
2. Jumlah batuan yang akan ditambang dan dibuang untuk menentukan desain penempatan limbahnya.
3. Potensi toksisitas limbah buatan.
4. Potensi bahaya air asam tambang pada area pertambangan.
5. Dampak terhadap kesehatan dan keselamatan sebagai akibat dari kegiatan mobilisasi, pengamanan, pemanfaatan bahan berbahaya dan beracun di area penambangan, serta pengaruh debu.
6. Sifat-sifat geoteknik batuan pada area pertambangan sebagai acuan dalam kegiatan konstruksi sipil.
7. Pengelolaan lumpur overburden yang berasal dari sistem pertambangan meliputi kegiatan penampungan, pengendalian, dan pembuangan.
8. Potensi terjadinya keruntuhan dan perubahan bentang alam pada lokasi pertambangan.
9. Terlepasnya gas metana dari tambang batu bara bawah tanah.

2.2 Dampak Pertambangan Terhadap Lingkungan

Dampak potensial yang ditimbulkan dari aktivitas penambangan yaitu terjadinya perubahan pada komponen lingkungan meliputi kualitas air dan hidrologi, flora dan fauna, hilangnya habitat alamiah, pemindahan penduduk, hilangnya peninggalan budaya atau situs-situs keagamaan, dan hilangnya lahan pertanian, serta sumber daya kehutanan (Pamungkas & Suryaningrum, 2018). Dampak lingkungan dari adanya usaha pertambangan menurut Peraturan

Pemerintah Nomor 78 tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang antara lain: penurunan produktivitas lahan, tanah menjadi padat, terjadinya erosi dan sedimentasi, terjadinya gerakan tanah atau longsor, terganggunya flora dan fauna, terganggunya kesehatan masyarakat, serta perubahan iklim.

2.2.1 Perubahan Kualitas Air dan Hidrologi

Kegiatan pertambangan erat kaitannya dengan lingkungan. Perusahaan pertambangan melakukan perusakan lingkungan saat mengembangkan infrastruktur yang memfasilitasi operasional kegiatan pertambangan. Mereka juga menggunakan air untuk memproses bijih dan sejumlah energi seperti batubara dan solar untuk menjalankan mesin pabrik pada proses produksi. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwasanya kegiatan pertambangan akan selalu membawa dampak bagi lingkungan karena beberapa alasan di atas (Graetz & O'Callaghan, 2017).

Menurut (Fahrudin, 2022), kegiatan pertambangan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan lingkungan yang dapat memicu terjadinya perubahan kimiawi yang berdampak pada kualitas air tanah dan air permukaan. Pada proses penambangan, air tanah atau air hujan yang terkumpul di dalam kolam tambang selain bersifat asam juga seringkali mengandung zat tersuspensi (*suspended solid*) dengan konsentrasi tinggi. Air asam tambang (AAT) atau *Acid Mine Drainage* (AMD) adalah air yang terbentuk dari hasil penambangan dengan pH rendah 2,53-5 yang dapat menimbulkan permasalahan terhadap kualitas air dan tanah.

Air asam tambang terutama yang mengalir memiliki kemampuan untuk melarutkan logam berat dari material yang dilaluinya, umumnya material tanah/batuan penutup pada sistem pertambangan terbuka. Baik sistem pertambangan tertutup maupun sistem pertambangan terbuka akan menyebabkan terlepasnya unsur-unsur kimia tertentu seperti Fe dan S dari senyawa pirit (Fe_2S) menghasilkan air buangan bersifat asam (*Acid Mine Drainage/Acid Rock Drainage*). Pembentukan AAT dapat dicegah dengan cara menghindari kontak antara senyawa pirit dengan oksigen dan air. Selain itu dapat juga dilakukan dengan mencegah pertumbuhan *T. ferrooxidans* yang

biasanya dilakukan dengan menggunakan bahan kimia (Graetz & O'Callaghan, 2017).

Menurut Makombe & Gwisai, (2018), hasil penelitian kualitas tanah yang dilakukan di Afrika Selatan, Nigeria, Spanyol, India, Iran, Vietnam, dan China menunjukkan bahwa tanah yang berada di dekat area pertambangan telah mengalami pencemaran logam berat dengan tingkat kontaminasi yang cukup tinggi. Pada kedalaman 0 sampai dengan 20 cm diketahui pencemaran tanah terjadi secara massif.

Lu dkk., (2020) dalam penelitiannya menyatakan bahwa air tanah di akuifer sekitar area penambangan akan dibuang ke permukaan kerja selama aktivitas penambangan. Prediksi yang akurat mengenai aliran air sangat penting untuk diketahui dalam merancang sistem drainase pertambangan, serta meningkatkan efisiensi produksi komoditas pertambangan. Adanya kegiatan eksploitasi lapisan bumi, kerusakan batuan di sekitarnya juga secara bertahap berkembang, dan permeabilitasnya terus meningkat. Hasil percobaan rekahan hidrolis menunjukkan bahwa dengan peningkatan tekanan air, perkembangan celah mikro, perubahan konduktivitas hidrolis menjadi jelas. Souley dkk., dalam (Lu dkk., 2020) mengemukakan bahwa kerusakan batuan akan menyebabkan peningkatan konduktivitas hidrolis. Selain itu, peningkatan konduktivitas hidrolis yang disebabkan oleh pecahnya batuan merupakan faktor pengendali masuknya air dari area pertambangan (Wang and Park dalam (Lu dkk., 2020)).

2.2.2 Berkurangnya Flora dan Fauna

Kegiatan pertambangan dinilai telah memberi keuntungan yang signifikan terhadap pendapatan negara baik ditingkat pusat maupun di daerah. Selain itu, dengan adanya usaha pertambangan akan diperoleh *multiplier effect* yang positif bagi daerah-daerah di sekitarnya. Hal ini dapat dilihat dari penyerapan tenaga kerja hingga tumbuhnya ekonomi di sekitar daerah penambangan. Namun, kegiatan pertambangan juga berpotensi mencemari air permukaan, air tanah, tanah, dan kesehatan manusia serta memusnahkan flora dan fauna di sekitar lokasi tambang. Artinya, adanya kegiatan pertambangan

juga bisa menyebabkan *multiplier effect* yang negatif baik dampak lingkungan maupun dampak sosial budaya bagi daerah sekitarnya (Adha, Hidayati, & Subagyo, 2018).

Menurut Kurniawan (2013) dalam (Setyowati dkk., 2018), sektor pertambangan berkontribusi terhadap kerusakan hutan di Indonesia dengan persentase mencapai 10% dan sekarang meningkat hingga 2 juta hektar per tahun. Oleh karena itu diperlukan kegiatan reklamasi lahan bekas tambang dengan memperhatikan pengetahuan dasar tentang lingkungan biotik dan abiotic, serta tentang proses yang terjadi pada lingkungan pada setiap tingkatannya.

2.2.3 Perubahan Topografi

Penelitian yang dilakukan oleh Romiyanto et al. (2015) dalam (Mailendra & Buchori, 2019) mengemukakan bahwa eksploitasi sumber daya mineral emas tanpa izin berdampak pada kerusakan lahan dan pencemaran perairan. Dalam semua kasus eksploitasi sumber daya mineral oleh penambangan permukaan telah menyebabkan kerusakan topografi terdahulu, dan perubahan ini tidak dapat diubah ataupun kembali ke bentuk semula. Penambangan sumber daya mineral juga berdampak pada aspek sosial-ekonomi masyarakat di sekitar area penambangan.

Bentuk akhir topografi lahan bekas penambangan merupakan salah satu faktor yang menentukan kemampuan/daya dukung lahan bekas penambangan bagi suatu peruntukan aspek-aspek topografi yang dijadikan. Indikator daya dukung lahan bekas penambangan adalah lubang galian, dasar galian' dan dinding galian.

2.2.4 Erosi dan Sedimentasi

Menurut (Agus dkk., 2019), kegiatan penambangan pada umumnya dapat mengubah bentang alam, menurunkan kualitas air tanah dan air permukaan, merubah pola aliran, merusak atau menghilangkan habitat dan keanekaragaman hayati, menyebabkan terjadinya erosi dan sedimentasi, serta beberapa kejadian mengakibatkan terganggunya keamanan dan kesehatan masyarakat di sekitar lahan pertambangan. Erosi merupakan perpindahan tanah

dari satu tempat ke tempat yang lain karena terbawa oleh air atau angin. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta menyebabkan hilangnya kemampuan tanah dalam menyerap dan menahan air. Partikel yang terbawa air atau angina ini dinamakan sedimen.

Sedimentasi merupakan proses yang terjadi karena terangkutnya partikel-partikel tanah sebagai akibat proses erosi. Partikel-partikel tanah ini terbawa oleh air yang mengalir dan selanjutnya mengendap di badan air seperti reservoir dan sungai. Sedimen yang terbawa hingga ke sungai ini hanya salah satu tanah hasil erosi saja dan sebagian lain akan membentuk endapan pada suatu wilayah pada dasar wilayah erosi daerah aliran sungai tersebut (Muhtasar dkk., 2022).

2.3 Kriteria Kerusakan Lahan Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 Tahun 2010

Pemerintah Provinsi Jawa Timur melalui Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010 menjelaskan bahwa setiap usaha atau kegiatan penambangan sistem tambang terbuka berpotensi menimbulkan kerusakan lahan yang memengaruhi tata keseimbangan tanah, air, maupun permukaan lahan. Kerusakan lahan penambangan sesuai dengan peruntukannya dibedakan menjadi 4 (empat) kriteria yaitu kawasan permukiman dan industri, kawasan hutan dan perkebunan, kawasan pertanian, dan kawasan pertanian lahan kering dan peternakan. Kriteria kerusakan lahan penambangan sistem terbuka menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 62 tahun 2010 disajikan pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Analisis Kesesuaian Lahan Berdasarkan Sifat Fisik dan Hayati Lingkungan

ASPEK SIFAT FISIK DAN HAYATI LINGKUNGAN	PERUNTUKAN LAHAN			
	KAWASAN PEMUKIMAN DAN DAERAH INDUSTRI	KAWASAN HUTAN DAN PERKEBUNAN	KAWASAN PERTANIAN LAHAN BASAH	KAWASAN PERTANIAN LAHAN KERING
1	2	3	4	5
1. TOPOGRAFI				
I.1 Lubang Galian				
a. Kedalaman	Lebih dalam dari ketentuan yang ditetapkan dalam surat izin usaha pertambangan.	Lebih dalam dari ketentuan yang ditetapkan dalam surat izin usaha pertambangan.	Lebih dalam dari ketentuan yang ditetapkan dalam izin usaha pertambangan.	Lebih dalam dari ketentuan yang ditetapkan dalam surat izin usaha pertambangan.
b. Jarak terhadap batas izin usaha pertambangan				
b.1 Bahan Galian Lepas	< 5 meter dari batas izin	< 5 meter dari batas izin	< 5 meter dari batas izin	< 5 meter dari batas izin
b.2 Bahan Galian Kompak	< 2 meter dari batas izin	< 2 meter dari batas izin	< 2 meter dari batas izin	< 2 meter dari batas izin
I.2 Dasar Galian				
a. Perbedaan Relief Dasar Galian	> 1 meter	> 1,5 meter	> 30 cm	> 30 cm
b. Kemiringan Dasar Galian (%)	> 8 %	> 8 %	> 3 %	> 3 %

ASPEK SIFAT FISIK DAN HAYATI LINGKUNGAN	PERUNTUKAN LAHAN			
	KAWASAN PEMUKIMAN DAN DAERAH INDUSTRI	KAWASAN HUTAN DAN PERKEBUNAN	KAWASAN PERTANIAN LAHAN BASAH	KAWASAN PERTANIAN LAHAN KERING
I.3 Dinding Galian				
a. Tinggi Jenjang (meter)				
a.1 Bahan Galian Lepas.				
- Dengan cara manual	> 2,5 meter	> 2,5 meter	> 2,5 meter	> 2,5 meter
- Dengan alat mekanik	> 6 meter	> 6 meter	> 6 meter	> 6 meter
- Dengan alat Chamshell, Dragline, Bucket Wheel, Excavator.	> 15 meter	> 15 meter	> 15 meter	> 15 meter
a.2 Bahan Galian Kompak				
- Dengan cara manual	> 6 meter	> 6 meter	> 6 meter	> 6 meter
- Dengan alat mekanik	> 15 meter	> 15 meter	> 15 meter	> 15 meter
2.TANAH : Penimbunan tanah				
sebagai tanah penutup				
-untuk lahan dataran	< 25 cm	< 50 cm	< 30 cm	< 30 cm
-untuk lahan perbukitan	-	-	-	-

ASPEK SIFAT FISIK DAN HAYATI LINGKUNGAN	PERUNTUKAN LAHAN			
	KAWASAN PEMUKIMAN DAN DAERAH INDUSTRI	KAWASAN HUTAN DAN PERKEBUNAN	KAWASAN PERTANIAN LAHAN BASAH	KAWASAN PERTANIAN LAHAN KERING
3.VEGETASI				
3.1 Tutupan tanaman budidaya/ musiman	< 20 % tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan.			
3.2 Tutupan tanaman tahunan/kayu		< 50 % tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan.		
3.3 Tutupan tanaman lahan basah			< 50 % tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan.	
3.4 Tutupan tanaman Lahan Kering/Rumput				< 50 % tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan.

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 Tahun 20210

Adapun sistematika pengukuran tingkat kerusakan lahan menurut penjelasan dalam Lampiran II Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010 adalah sebagai berikut:

2.3.1 Topografi

Aspek-aspek topografi yang dinilai sebagai indikator daya dukung lahan bekas penambangan untuk pengelolaan lanjutan meliputi: lubang galian, jarak, dasar galian dan dinding galian.

A. Lubang Galian

Lubang galian pada area pertambangan terbentuk karena adanya penambangan dengan sistem terbuka. Lubang galian diukur dari permukaan lahan hingga ke dasar lubang galian yang diukur secara vertikal. Permukaan lubang galian merupakan bagian teratas sebelum ada lubang galian, sedangkan dasar galian ialah bagian paling yang dalam dari lubang galian itu sendiri.

a. Kedalaman

Pengukuran kedalaman lubang galian dilakukan dengan mengukur jarak dari permukaan awal dengan dasar lubang terdalam. Batas kedalaman lubang galian sangat berkaitan dengan letak muka air tanah karena jarak antara keduanya menjadi persyaratan dalam menentukan peruntukan lahan bekas pertambangan. Wilayah-wilayah yang masih termasuk kategori memenuhi persyaratan yaitu wilayah yang terbebas dari banjir, memiliki kemampuan menyerap air dengan baik, dan batas minimum antara kedalaman galian dengan muka air tanah minimal 1 meter pada musim penghujan.

b. Jarak

Jarak merupakan besarnya jarak yang diukur antara titik terluar lubang galian dengan titik terdekat dari batas Surat Izin Penambangan Daerah (SIPD). Jarak minimal yang ditentukan untuk pertambangan bahan galian yaitu minimal 5 meter dari SIPD. Tujuan ditetapkannya batas minimal ini yaitu agar lahan di luar SIPD tidak menerima dampak atau gangguan dari aktivitas pertambangan.

B. Dasar Galian

Dasar galian merupakan bagian dari lubang galian yang letaknya pada permukaan terdalam (dasar). Indikator pengukuran dasar galian terdiri dari dua parameter yaitu perbedaan relief dasar galian dan kemiringan dasar galian.

a. Perbedaan relief dasar galian

Yang dimaksud dengan perbedaan relief dasar galian yaitu perbedaan ketinggian permukaan tumpukan galian dengan permukaan dasar galian di sekitarnya. Untuk mengetahui besarnya perbedaan relief dasar galian maka dilakukan pengukuran jarak antara permukaan tumpukan galian dan permukaan dasar galian di sekitarnya. Tingginya tumpukan ditentukan batas maksimal 1 meter karena keberadaannya akan menyulitkan kegiatan pemanfaatan lahan bekas tambang. Tumpukan dengan ketinggian kurang dari 1 meter akan dengan mudah diratakan sehingga pekerjaan penataan lahan tidak terhambat karena adanya tumpukan.

b. Kemiringan dasar galian

Tingkat kemiringan lahan menjadi salah satu indikator dalam penentuan kelayakan dan daya dukung lahan untuk suatu peruntukan. Pengukuran tingkat kemiringan dasar galian pada area pertambangan dilakukan menggunakan levelling atau waterpass. Persyaratan atau batas tingkat kemiringan bagi peruntukan lahan berdasarkan fungsinya sesuai dengan yang tercantum pada tabel 2.1 pada bab ini.

C. Dinding Galian

Dinding galian merupakan bagian dari lubang galian yang letaknya berada di pinggiran lubang dan mengelilingi permukaan dasar galian pertambangan. Kemiringan lereng galian maksimal sebesar 50% di mana lereng ini harus dijadikan bentuk berteras-teras. Tujuannya adalah agar tercipta stabilitas dinding galian pada area pertambangan. Untuk tebing teras pada galian maksimal memiliki ketinggian 3 meter di mana nilai ini merupakan batas toleransi keamanan lingkungan di sekitarnya. Adapun lebar dasar teras galian, ditetapkan batas maksimalnya sebesar 6 meter agar

tingkat kemiringan galian dapat dipertahankan dan tidak melebihi angka 50%.

2.3.2 Tanah

Tanah yang dikupas pada awal proses penambangan akan dikembalikan ke lahan bekas tambang. Ketebalan tanah yang dikembalikan ini bervariasi dan disesuaikan dengan peruntukan lahan setelah kegiatan penambangan selesai. Untuk itu perlu dilakukan penyesuaian kualitas tanah agar tercapai tujuan dari kegiatan reklamasi yang direncanakan. Ketebalan tanah untuk tanaman budidaya di areal permukiman, industri, tanaman pangan basah, tanaman pangan lahan kering yaitu 25 cm. Untuk tanaman tahunan, ketebalan tanah yang dipersyaratkan adalah 50 cm. Berdasarkan syarat di atas, maka tebalnya tanah penutup yang dikembalikan ke lahan bekas penambangan harus sesuai peruntukan lahannya sebagaimana penjelasan di atas.

2.3.3 Vegetasi

Persyaratan jumlah minimal tanaman budidaya pada areal pertambangan disyaratkan sebesar 20% dari total area pertambangan. Hal ini ditentukan berdasarkan jumlah minimal jalur hijau di areal permukiman yang juga sebesar 20%. Adapun bagi peruntukan lain, syarat minimal pertumbuhan yaitu sebesar 50% yang menjadi indikator kesuburan tanah dan kelayakan tanah sesuai dengan peruntukannya.

2.4 Pertambangan Sirtu

Kebutuhan bahan galian mengalami peningkatan seiring dengan industri pembangunan yang terus berkembang. Salah satu bahan galian yang paling banyak digunakan dalam industri pembangunan adalah pasir dan kerikil. Bahan ini digunakan dalam berbagai sektor konstruksi seperti sarana jalan beton, bangunan gedung, pondasi, dan bangunan lainnya. Hal ini turut mendorong upaya pemerolehan bahan galian yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia (Kesumah dkk., 2021).

Pertambangan sirtu atau yang lazim disebut dengan penambangan galian C merupakan kegiatan usaha penambangan rakyat yang harus memiliki IUP (Izin Usaha Penambangan). Izin Usaha Penambangan merupakan syarat yang harus

dimiliki untuk dapat melaksanakan kegiatan usaha pertambangan. Tahapan-tahapan pertambangan seperti eksplorasi, produksi, pemurnian, dan penjualan tidak dapat dilakukan jika Izin Usaha Pertambangan belum dikeluarkan oleh pihak yang berwenang (Salim HS, 2014 dalam (Adha, Hidayati, & Subagyo, 2018)).

2.5 Dasar Hukum Reklamasi Lahan Bekas Tambang

Regulasi diperlukan untuk mengontrol dampak yang ditimbulkan oleh suatu kegiatan. Kegiatan pertambangan sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab ini, diketahui dapat menimbulkan beberapa dampak terhadap lingkungan. Untuk itu, pemerintah Republik Indonesia menyediakan regulasi yang mengatur kegiatan pertambangan dan mewajibkan pelaksanaan reklamasi pasca tambang melalui peraturan perundang-undangan sebagai berikut:

- a. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 tahun 2018 tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara. Pasal-pasal dalam regulasi ini mengatur tentang kewajiban pemegang IUP dan IUPK baik pada tahap eksplorasi maupun tahap operasi produksi agar melakukan kaidah pertambangan yang baik.
- b. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Lampiran VI peraturan ini menjelaskan tentang pedoman pelaksanaan reklamasi, pascatambang, dan pasca operasi pada usaha pertambangan mineral dan batubara.
- c. Peraturan Pemerintah Nomor 78 tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang.

2.6 Reklamasi Lahan Bekas Tambang

Menurut Haridjaja, dkk (2011) dalam (Adha, Hidayati, & Subagyo, 2018), perlu dilakukan perbaikan kondisi biofisik atau ekologi lingkungan pada lahan bekas tambang yang telah mengalami kerusakan. Analisis dan pengelolaan ini bertujuan untuk program pembangunan berkelanjutan di mana kegiatannya dilakukan dengan maksud meminimalkan dampak negatif jangka panjang. Beberapa jenis pemanfaatan lahan yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan dan mengembalikan fungsi lahan bekas tambang antara lain:

- a. Revegetasi lahan, yaitu penanaman lahan bekas tambang dengan tanaman yang tujuannya untuk mengembalikan kesuburan tanah pada lahan bekas pertambangan. Akan tetapi, pilihan ini tidak menjanjikan keuntungan ekonomi yang tinggi.
- b. Pertanian, peternakan, dan industri, dapat dijadikan pilihan karena berpotensi menjadi sumber penghasilan masyarakat sehingga dapat dikatakan pilihan ini bernilai ekonomis,
- c. Pariwisata, yaitu pemanfaatan lahan bekas tambang menjadi area yang layak dijadikan tujuan masyarakat ketika mencari hiburan, sarana edukasi. Untuk pilihan ini, diperlukan keterlibatan masyarakat dengan dalam jumlah besar dan diperlukan juga pembentukan kelembagaan, serta peraturan pemerintah.

Lahan bekas pertambangan dapat difungsikan menjadi area perkebunan dengan melakukan penanaman tanaman yang sesuai sehingga lahan tersebut kembali produktif. Penanaman ini selain bisa mengembalikan kesuburan tanah yang terganggu akibat aktivitas pertambangan, juga dapat memberikan keuntungan bagi masyarakat dari hasil perkebunan itu sendiri (Fathurrahman, 2020).

Kegiatan reklamasi lahan bekas tambang perlu direncanakan dengan banyak pertimbangan dan perlu dilakukan pengkajian dalam menggunakan metode yang dipilih. Kegiatan reklamasi lahan bekas pertambangan di Indonesia telah diatur oleh pemerintah melalui Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827 K/ 30/ MEM/ 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Tahapan kegiatan reklamasi berdasarkan peraturan tersebut meliputi persiapan lahan, penatagunaan lahan, pengaturan saluran drainase, penebaran tanah pucuk, revegetasi lahan, dan pemeliharaan tanaman. Adapun penjelasan masing-masing tahap reklamasi diuraikan sebagai berikut:

2.6.1 Persiapan Lahan

Untuk menciptakan tata guna lahan bekas tambang dengan nilai alam yang lebih tinggi, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mempertimbangkan kembali tujuan reklamasi lahan bekas tambang, sebagaimana ditetapkan di dalam kerangka perundang-undangan. Dalam kasus Republik Ceko, arah tujuan reklamasi lahan bekas tambang lebih mengutamakan nilai produksi daripada nilai non-produksi. Hal ini sangat

membatasi implementasi natural pemulihan dalam praktik reklamasi lahan bekas tambang. Namun, beberapa bergerak menuju reklamasi lahan bekas tambang yang lebih alami. Misalnya, Dinas Pertambangan Kabupaten, yang merupakan pemegang kewenangan daerah dan bertanggung jawab untuk persetujuan pertambangan di Republik Ceko, baru-baru ini menetapkan beberapa kondisi wajib dalam domain alam konservasi dan restorasi alam yang termasuk dalam Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) untuk keputusan izin pertambangan (Hendrychová dkk., 2020). Tahap persiapan lahan pada kegiatan reklamasi lahan bekas tambang dilakukan dengan cara membersihkan peralatan dan membatasi akses ke dalam area yang akan direklamasi (Matovani, 2021)

2.6.2 Penatagunaan Lahan

Penatagunaan lahan di dalam Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral terdiri dari penataan lahan, penebaran tanah zona pengakaran, pengendalian erosi dan sedimentasi. (Fathurrahman, 2020) dalam penelitiannya merencanakan proses penatagunaan lahan dengan metode perataan lahan karena pada area pertambangan yang direncanakan reklamasi tidak tersedia area disposal. Selain itu, direncanakan juga kegiatan pengaturan saluran drainase dan penebaran tanah pucuk (*top soil*). Dalam merencanakan penatagunaan lahan ini perlu diperhatikan dan dikaji mengenai kondisi awal lahan yang akan direklamasi dan kondisi eksisting lahan setelah dilakukan penambangan.

Kriteria penatagunaan lahan pada lahan bekas tambang menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 26 tahun 2018 antara lain:

- a. Permukaan tanah harus ditata kembali dengan dilakukan penimbunan pada lubang bekas tambang.
- b. Dilakukan penyebaran tanah untuk menciptakan zona perakaran.
- c. Dilakukan kegiatan pengendalian erosi dan pengaturan saluran air pada area yang akan direklamasi.

A. Penataan Lahan

Menurut Kurniawan & Rauf, (2018), penataan lahan merupakan upaya-upaya untuk mengembalikan lahan bekas tambang yang berubah disesuaikan dengan peruntukannya. Penataan lahan meliputi pekerjaan pengisian kembali lubang galian, pengaturan bentuk lahan dan lereng, dan pengelolaan tanah pucuk. Lubang bekas tambang pada tambang terbuka harus ditutup kembali atau sesuai dengan dokumen AMDAL yang telah disetujui. Penataan lahan pada lahan bekas tambang disesuaikan dengan metode penambangan bahan galian, kondisi eksisting, dan peruntukan lahan bekas tambang. Seperti halnya dalam penelitian (Fathurrahman, 2020), karena keterbatasan *overburden* untuk mengisi dan mengembalikan cekungan pada lahan bekas tambang, maka kegiatan penataan yang dipilih yaitu dengan cara meratakan gundukan pada lahan bekas tambang. Perataan lahan dinilai sebagai pilihan yang paling tepat untuk menata lahan bekas tambang dengan tujuan meminimalkan tingkat erosi pada lahan bekas tambang.

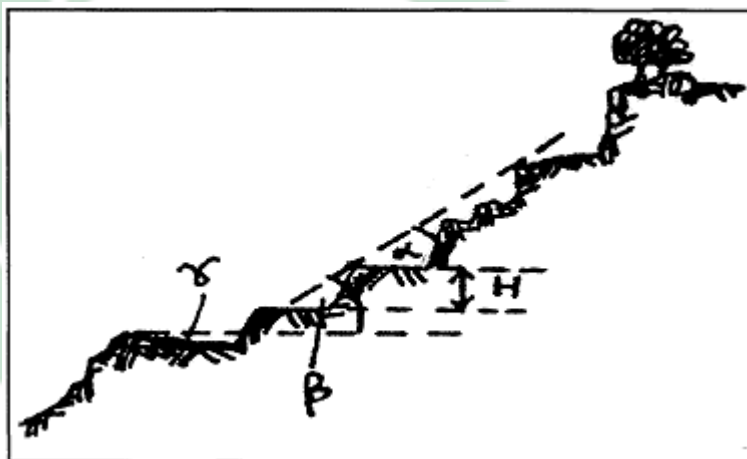
Pada metode *backfilling* atau penimbunan lubang tambang, material *overburden* ditimbun ke dalam bukaan bekas tambang yang ada karena pengambilan bahan galian pada lahan pertambangan. Jumlah kebutuhan tanah *overburden* perlu diketahui sebagai dasar dalam menentukan desain penataan lahan. Ketersediaan tanah *overburden* pada area pertambangan dapat diperkirakan dengan mengetahui jarak antar penampang dan luas area pertambangan (Desvi dkk., 2021).

Penataan lereng juga termasuk salah satu upaya penataan lahan pada kegiatan reklamasi lahan bekas tambang. Penataan lereng pada lahan bekas tambang terbuka bahan galian C diatur dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010 dan terlampir pada lampiran C. Penentuan sudut lereng dan tinggi jenjang ditentukan berdasarkan jenis batuan pada wilayah bekas tambang sebagaimana tabel dan sketsa berikut:

Tabel 2.2 Sudut Lereng Akhir Penambangan

No.	Jenis batuan	Sudut lereng			
		α (°)	β (°)	γ (°)	H
1	Sedimen lepas	45	30	2-3	3m
2	Sedimen kompak	60	45	2-3	8m
3	Batuan beku/metamorf (banyak retak)	60	45	2-3	6m
4	Batuan beku/metamorf (massif)	75	60	1-2	8m

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 62 Tahun 2010



Gambar 2. 1 Sketsa Penataan Lereng

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 62 Tahun 2010

Keterangan:

- α = Sudut teras penambangan
- β = Sudut lereng akhir penambangan
- γ = Kemiringan lantai penggalian
- H = Tinggi teras/jenjang

B. Penebaran Tanah Zona Pengakaran

Tanah pucuk (*top soil*) merupakan lapisan tanah teratas yang masih mengandung unsur hara dan nutrisi bagi tumbuhan dalam jumlah besar. Keberadaan tanah pucuk sangat diperlukan karena alasan tadi, kandungan unsur hara yang melimpah. Pengaturan tanah pucuk pada kegiatan reklamasi dapat direalisasikan melalui beberapa pilihan berikut ini (Fathurrahman, 2020):

1) Sistem Penebaran Tanah

Penebaran tanah pucuk dapat menjadi pilihan yang menguntungkan apabila ketersediaannya melimpah dan mencukupi kebutuhan. Tujuan perataan tanah pucuk yaitu untuk memudahkan kegiatan penanaman atau revegetasi lahan. Tebal tanah top soil yang disarankan yaitu 0,15 meter hingga 2 meter.

2) Sistem Guludan

Guludan merupakan tumpukan tanah memanjang dengan ukuran lebar dasar 30-40% dan tinggi sekitar 25-30 cm. Untuk jarak antar guludan, perlu diperhatikan kondisi lereng, kepekaan tanah terhadap erosi, dan kemungkinan terjadi erosi.

3) Sistem pot/lubang tanam

Metode ini biasanya diterapkan pada lahan dengan ketersediaan tanah top soil yang sedikit. Tanah pada lokasi bekas tambang dibuat lubang-lubang tanam dengan jarak tanam dan dimensi lubang tanam yang bervariasi sesuai jenis tanamannya.

C. Pengendalian Erosi dan Sedimentasi

Menurut (Anggraini dkk., 2019), laju erosi dipengaruhi oleh faktor kemiringan dan ketersediaan vegetasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada lahan dengan kemiringan yang besar tetapi terdapat vegetasi di seluruh permukaan maka besarnya laju erosi akan semakin kecil. Sebaliknya, semakin besar suatu kecuraman lereng pada lahan tanpa vegetasi maka laju erosinya akan semakin besar. Selain itu, pengendalian erosi dapat dilakukan juga dengan mengatur saluran air limpasan pada suatu

lahan agar tidak terjadi genangan pada daerah tertentu. Dengan demikian dapat diketahui tindakan konservasi tanah yang digunakan sebagai pengendali erosi antara lain pengaturan lereng, penanaman vegetasi, dan pengaturan saluran air pada permukaan lahan.

Pada kegiatan reklamasi lahan bekas tambang diperlukan juga pengaturan saluran pembuangan air atau drainase pada permukaan lahan (Fathurrahman, 2020). Drainase merupakan istilah serapan dari Bahasa Inggris *drainage* yang artinya mengeringkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase tersusun atas rangkaian bangunan air yang fungsinya menjadi solusi atas masalah kelebihan air baik di permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah. Drainase secara teknis didefinisikan sebagai bagian ilmu hidrologi yang mempelajari tentang tata cara untuk mengalirkan kelebihan air pada kawasan tertentu sehingga lahan pada kawasan tersebut dapat berfungsi dengan optimal.

Komponen utama dalam analisis hidrologi yang paling diperhatikan ketika merencanakan sistem drainase adalah aliran permukaan. Aliran permukaan sangat dipengaruhi oleh hujan. Analisis dan desain hidrologi memerlukan data tentang hujan yang meliputi intensitas hujan, lamanya hujan, tinggi hujan, frekuensi hujan, dan luas daerah sebaran hujan. Hasil yang didapatkan nantinya berupa perkiraan debit limpasan pada wilayah perencanaan. Adapun tahapan dalam memperkirakan debit limpasan tersebut adalah sebagai berikut (Suripin, 2004):

1) Menghitung hujan kawasan

Perhitungan nilai hujan kawasan dilakukan dengan memilih salah satu dari metode di bawah ini:

- a. Rata-rata aljabar, diperuntukkan bagi wilayah dengan topografi cenderung datar, penakar hujan tersebar merata, nilai curah hujan tidak berbeda jauh dengan nilai rata-ratanya.
- b. Metode Poligon Thiessen, diperuntukkan untuk daerah perencanaan dengan luas 500-5.000 km² dan jumlah penakar hujan terbatas.

c. Metode Isohyet, cocok untuk daerah berbukit dan kontur yang tidak teratur dengan luas daerah lebih dari 5.000 km².

2) Menganalisis frekuensi dan probabilitas

Analisis frekuensi dan probabilitas data hidrologi dilakukan dengan salah satu metode di bawah ini:

- a. Distribusi Normal
- b. Distribusi Log Normal
- c. Distribusi Log Person-III
- d. Distribusi Gumbel

3) Menentukan probabilitas periode ulang (T_r)

4) Melakukan uji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan sehingga mampu menggambarkan distribusi frekuensinya. Metode yang sering digunakan yaitu uji Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov

5) Menghitung curah hujan maksimum harian rata-rata.

6) Menganalisis intensitas hujan dengan salah satu persamaan berikut: rumus Talbot, Rumus Sherman, Rumus Ishiguro. Akan tetapi, jika data hujan yang tersedia adalah data hujan jangka pendek berupa hujan harian, maka intensitas hujan dihitung dengan rumus Mononobe.

7) Menentukan limpasan (*runoff*)

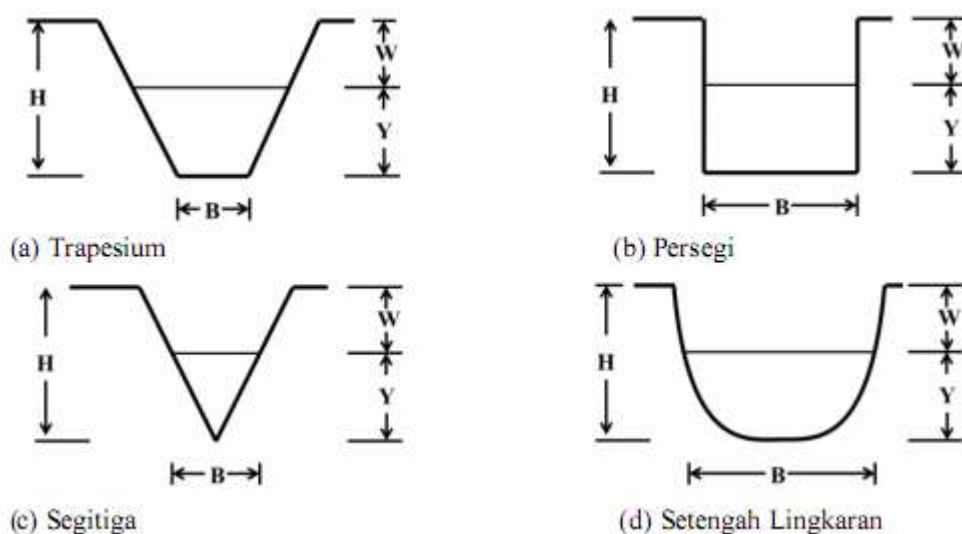
Penentuan koefisien limpasan di daerah penambangan dipengaruhi oleh jenis materialnya, dimana tiap jenis material nya mempunyai koefisien limpasan yang berbeda. Terdapat enam klasifikasi untuk penentuan koefisien limpasan di daerah penambangan yaitu lapisan batuan (*coal seam*), jalan pengangkutan, dasar pit dan jenjang (*pit floor and bench*), lapisan tanah penutup (*fresh overburden*), lapisan tanah penutup yang ditanam (*revegetated overburden*), dan hutan (*forest*).

8) Menentukan desain saluran pembuangan/drainase

(Fathurrahman, 2020) dalam penelitiannya merencanakan drainase dengan sistem terbuka dimana penentuan dimensinya dilakukan berdasarkan analisis data curah hujan setempat. Jenis drainase

yang digunakan di area bekas tambang dapat berupa trapesium, segitiga, lingkaran, tapal kuda, dan lain sebagainya. Bentuk trapesium dipilih dengan alasan mampu mengalirkan debit air dalam jumlah besar, pembuatannya mudah, tahan terhadap erosi, dan kemungkinan terjadi pengendapan pada dasar saluran kecil.

Bentuk-bentuk penampang saluran drainase terbuka dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 2 Bentuk-Bentuk Penampang Saluran Drainase

Sumber: Soewarno, 1995

2.6.3 Revegetasi

Revegetasi merupakan kegiatan penanaman dan pemeliharaan pada lahan bekas penggunaan hutan yang tujuannya untuk memulihkan lahan terganggu sebagai akibat dari aktivitas manusia (Kurniawan & Rauf, 2018b). Upaya penanaman kembali ini sangat dipengaruhi oleh kondisi dan kandungan tanah pada lahan yang direncanakan akan dilakukan revegetasi. Tanah pada lahan bekas pertambangan terdiri atas percampuran antara lapisan bahan induk yang dapat menurunkan tingkat kesuburan tanah dan berpotensi mengakibatkan upaya revegetasi lahan hutan (Agus dkk., 2019).

Dalam penyusunan rencana penanaman kembali lahan terganggu perlu diperhatikan acuan atau dasar dari kegiatan tersebut yaitu (Fathurrahman, 2020):

- a. Dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) usaha pertambangan
- b. Dokumen rencana penutupan lahan pertambangan
- c. Dokumen jaminan reklamasi lahan pascatambang
- d. Dokumen RKTTL

Pemanfaatan lahan bekas tambang menjadi area pertanian seharusnya dilakukan dengan menanam tanaman yang mampu mengembalikan kesuburan tanah secepatnya sehingga lahan kembali produktif, disebut juga tanaman pionir. Tanaman pionir ini dapat memberikan perlindungan bagi berbagai spesies tanaman, dapat mengurangi hama tanaman, dan dapat mendukung perpindahan antara elemen lanskap yang lebih besar (Angst dkk., 2018).

2.6.4 Penentuan Jenis Tanaman Revegetasi

Menurut Ritung dkk., (2011), seluruh komoditas pertanian memerlukan persyaratan tata guna lahan yang tujuannya untuk menunjang keberhasilan penanaman pada lahan tersebut. Dalam menentukan arahan penggunaan lahan, perlu dilakukan evaluasi tentang persyaratan tata guna lahan tersebut yang berkaitan dengan kualitas dan karakteristik lahan.

A. Kategori Kesesuaian Lahan

Analisis kesesuaian lahan dapat dilakukan dengan mengacu pada petunjuk teknis evaluasi lahan untuk komoditas pertanian yang diterbitkan oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Metode evaluasi kesesuaian lahan ini dilakukan sesuai ketentuan dari *Framework of Land Evaluation* (FAO) dengan menggunakan 4 kategori yaitu ordo, kelas, subkelas, dan unit. Penjelasan masing-masing kategori tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Ordo, membedakan kesesuaian lahan menjadi 2 jenis yaitu lahan tergolong sesuai (S) dan lahan tergolong tidak sesuai (N)
- 2) Kelas, membedakan kesesuaian lahan berdasarkan ordonya menjadi 4 jenis yaitu: (S1) sangat sesuai, (S2) cukup sesuai, (S3) sesuai marginal, dan (N) tidak sesuai.
 - a. Kelas sangat sesuai (S1), menunjukkan bahwa lahan tersebut tidak memiliki faktor pembatas yang berarti pada penggunaan berkelanjutan.
 - b. Kelas cukup sesuai (S2), menunjukkan bahwa lahan tersebut memiliki faktor penghambat yang berpengaruh terhadap produktivitasnya tetapi masih bisa ditangani oleh petani.
 - c. Kelas sesuai marginal (S3), menunjukkan bahwa lahan tersebut memiliki faktor pembatas yang berat dan untuk mengatasinya diperlukan modal tinggi bahkan memerlukan intervensi pemerintah.
 - d. Kelas tidak sesuai (N), menunjukkan bahwa lahan tersebut memiliki faktor pembatas yang sulit ditangani.
- 3) Subkelas, membedakan kelas kesesuaian lahan menjadi subkelas-subkelas kesesuaian lahan berdasarkan kualitas dan karakteristik lahan atau faktor pembatas terbanyak.
- 4) Unit, membedakan subkelas menjadi tingkatan-tingkatan kesesuaian lahan berdasarkan sifat tambahan yang mempengaruhi proses pengelolaan.

B. Parameter Kesesuaian Lahan

Parameter-parameter yang digunakan dalam evaluasi kesesuaian lahan yaitu: temperatur, ketersediaan air, media perakaran, retensi hara, ketersediaan hara, penyiapan lahan, dan tingkat bahaya erosi (Matovani, 2021). Parameter yang digunakan dalam menganalisis kesesuaian lahan bekas tambang sebagai media tanam vegetasi yaitu: temperatur, ketersediaan air, ketersediaan oksigen, media perakaran, retensi hara, hara tersedia. Penilaian masing-masing parameter di atas diuraikan sebagai berikut:

1) Temperatur udara

Temperatur udara dianalisis berdasarkan data temperatur rata-rata tahunan. Apabila data tidak tersedia, maka dapat dihitung dengan persamaan:

$$T = 26,3^{\circ}C - (0,01 \times \text{elevasi (m)}) \times 0,6^{\circ}C$$

2) Drainase tanah, dibedakan menjadi 7 kelas sebagai berikut:

Tabel 2.3 Kelas drainase tanah

No.	Kelas	Keterangan
1	Cepat	Tanah pada kelas ini memiliki kemampuan mengalirkan air yang tinggi hingga sangat tinggi. Selain itu, daya menahan tanah ini tergolong rendah. Tanah kelas ini tidak cocok dijadikan media tanam tanaman tanpa irigasi.
2	Agak cepat	Tanah kelas ini memiliki kemampuan mengalirkan air yang tinggi dan daya menahan air yang rendah sehingga hanya cocok untuk sebagian tanaman tanpa irigasi.
3	Baik	Tanah memiliki kemampuan mengalirkan dan menahan air yang sedang, lembab tetapi tidak cukup basah pada bagian dekat permukaannya. Tanah kelas ini cocok ditanami berbagai tanaman.
4	Agak baik	Kemampuan tanah dalam mengalirkan air sedang hingga agak rendah, daya menahan air rendah, tanah yang dekat pada permukaannya basah. Tanah kelas ini cocok untuk berbagai jenis tanaman.
5	Agak terhambat	Kemampuan tanah dalam mengalirkan air agak rendah, daya menahan air rendah hingga sangat rendah, tanah basah sampai ke permukaan.

No.	Kelas	Keterangan
		Tanah kelas ini cocok untuk ditanami padi sawah dan sebagian kecil tanaman lain.
6	Terhambat	Kemampuan tanah dalam mengalirkan air rendah, daya menahan air rendah hingga sangat rendah, tanah basah pada waktu cukup lama sampai ke permukaan. Tanah kelas ini cocok untuk ditanami padi sawah dan sebagian kecil tanaman lain.
7	Sangat terhambat	Kemampuan tanah dalam mengalirkan air agak rendah, daya menahan air rendah hingga sangat rendah, tanah basah sampai ke permukaan. Tanah kelas ini cocok untuk ditanami padi sawah dan sebagian kecil tanaman lain.

Sumber: (Ritung dkk., 2011)

3) Tekstur tanah

Tekstur tanah dapat ditentukan dengan pengamatan dan analisis di lapangan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2.4 Penentuan Tekstur di Lapangan

No.	Kelas tekstur	Sifat tanah
1	Pasir (S)	Tekstur sangat kasar sekali, tidak dapat dibentuk bola dan gulungan, tidak melekat
2	Pasir berlempung (LS)	Tekstur sangat kasar, dapat dibentuk bola tetapi mudah sekali hancur, agak melekat
3	Lempung berpasir (SL)	Tekstur agak kasar, dapat dibentuk bola yang agak kuat tetapi mudah hancur, agak melekat.
4	Lempung (L)	Tekstur terasa tidak kasar dan tidak licin, dapat dibentuk menjadi bola teguh, bisa digulung dimana permukaannya mengkilat, tanah melekat

No.	Kelas tekstur	Sifat tanah
5	Lempung berdebu (SiL)	Teksturnya licin, mampu membentuk bola teguh, bisa digulung dimana permukaannya mengkilat, agak melekat
6	Debu (Si)	Terasa licin sekali, mampu membentuk bola teguh, bisa digulung dimana permukaannya mengkilat, agak melekat
7	Lempung berliat (CL)	Terasa agak kasar, mampu membentuk bola teguh tetapi lembab, dapat membentuk gulungan yang mudah hancur, agak melekat
8	Lempung liat berpasir (SCL)	Terasa kasar agak jelas, dapat membentuk bola teguh yang lembab, dapat membentuk gulungan tetapi mudah hancur, melekat
9	Lempung liat berdebu (SiCL)	Terasa licin jelas, mampu membentuk bola teguh, dapat membentuk gulungan dan mengkilat, melekat
10	Liat berpasir (SC)	Terasa licin agak kasar, dalam keadaan kering sulit dipilin, dapat membentuk bola, mudah dibentuk gulungan, melekat
11	Liat berdebu (SiC)	Terasa agak licin, dapat dibentuk bol, dalam keadaan kering sulit dipilin, mudah dibentuk gulungan, melekat
12	Liat (C)	Terasa berat, dapat membentuk bola dengan sempurna, sangat keras pada kondisi kering, sangat melekat pada kondisi basah.

Sumber: (Ritung dkk., 2011)

Pengelompokan yang dilakukan pada evaluasi kesesuaian lahan untuk kelas tekstur tanah menggunakan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 2.5 Kelas Tekstur Tanah

Kelas tanah	Tekstur
Halus (h)	liat berpasir, liat, liat berdebu

Kelas tanah	Tekstur
Agak halus (ah)	lempung berliat, lempung liat berpasir, lempung liat berdebu
Sedang (s)	lempung berpasir sangat halus, lempung, lempung berdebu, debu
Agak kasar (ak)	lempung berpasir
Kasar (k)	pasir, pasir berlempung
Sangat halus (sh)	liat (tipe mineral liat 2:1)

Sumber: (Ritung dkk., 2011)

4) Retensi hara dan hara tersedia

Hasil pengujian sampel tanah dari laboratorium dianalisis untuk mengetahui kesesuaian lahan dengan jenis tanaman yang direncanakan pada kegiatan revegetasi. Adapun kriteria penilaian kesuburan tanah secara umum adalah sebagai berikut (Ritung dkk., 2011):

Tabel 2.6 Kriteria Penilaian Kesuburan Tanah (LPT 1984)

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%)	<1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	>5,00
N (%)	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	>0,75
P2O5 (mg/100 g)	<15	15-20	21-40	41-60	>60
K2O (mg/100 g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
KTK (cmol(+)/kg liat)	<5	5-16	17-24	25-40	>60
pH (H2O)	Sangat masam <4,5	masam 4,5-5,5	Agak masam 5,6-6,5	netral 6,6-7,5	Agak Alkalis 7,6-8,5

Sumber: (Ritung dkk., 2011)

2.6.5 Pemeliharaan Tanaman

Salah satu kegiatan pemeliharaan tanaman yang perlu diperhatikan dengan baik adalah pengendalian hama, penyakit, dan gulma. Pengendalian ini dapat dilakukan dengan menerapkan sistem kombinasi antara mekanik dan

kimiawi yaitu penggunaan pestisida. Pemeliharaan tanaman akan lebih baik jika dilakukan sejak dini agar dapat diketahui dengan cepat apabila ada kondisi tidak normal pada masa pertumbuhan sehingga solusinya juga bisa dipikirkan dengan lebih matang. Kegiatan pemeliharaan yang tidak kalah penting yaitu penyiangan dimana tindakan ini setidaknya dilakukan sebanyak 2x yaitu saat tanaman berumur 15 hari setelah tanam dan pada umur 28-30 hari setelah tanam (Agus dkk., 2019). Pemeliharaan tanaman pada kegiatan reklamasi meliputi beberapa tahap yaitu: penyulaman, penyiangan, pemupukan, penjarangan, dan pengendalian hama.

2.6.6 Alat yang Digunakan

Penentuan alat yang digunakan dalam kegiatan reklamasi disesuaikan dengan jenis pekerjaannya. Dengan mengetahui gambaran jenis pekerjaan yang jelas, penentuan spesifikasi alat yang akan digunakan akan lebih mudah digunakan. Untuk kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu, dapat digunakan alat mekanis berupa:

A. *Bulldozer*

Fungsi utama dari *bulldozer* adalah sebagai alat untuk menggali, mendorong, menggosur. Pada kegiatan reklamasi lahan bekas tambang, *bulldozer* digunakan untuk meratakan tanah ketika proses penimbunan atau pengisian lubang galian tambang.

B. *Excavator*

Excavator merupakan alat mekanis yang fungsi utamanya adalah sebagai alat gali muat. *Excavator* pada kegiatan reklamasi digunakan untuk penggalian dan pemuatan lapisan tanah penutup atau overburden pada area yang akan direklamasi; melakukan perintisan pada pembuatan saluran drainase, melakukan perintisan pembuatan kolam pengendapan pada area pertambangan.

C. *Dump Truck*

Dump truck digunakan sebagai alat angkut untuk memindahkan material overburden dan material humus. *Dump truck* merupakan kendaraan pengangkut yang dilengkapi dengan bak terbuka pada bagian belakang kendaraan dimana bak tersebut dapat terangkat ke atas bagian depannya

untuk menurunkan material. Karena fungsi utamanya ini, dump truck sering disebut juga truk jungkit.

2.7 Analisis Biaya Reklamasi Lahan Bekas Tambang

Rincian biaya total yang dihitung pada perencanaan reklamasi lahan bekas pertambangan terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 1827 K/30/MEM/2018, yang termasuk biaya langsung pada kegiatan reklamasi lahan bekas tambang yaitu:

2.7.1 Biaya Langsung

Biaya langsung pada kegiatan reklamasi lahan bekas tambang yaitu biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan teknis pada proses reklamasi dan pascatambang. Biaya langsung untuk kegiatan reklamasi terdiri dari dua jenis proses yaitu proses penatagunaan lahan dan proses revegetasi.

A. Biaya Penatagunaan Lahan

Kegiatan penatagunaan lahan yang dihitung biayanya dan merupakan bagian dari biaya langsung reklamasi lahan bekas tambang yaitu:

- 1) Penataan permukaan tanah
- 2) Penimbunan lahan bekas kegiatan eksplorasi, dan
- 3) Pengendalian erosi dan pengelolaan air

B. Biaya Revegetasi

Kegiatan revegetasi yang diperhitungkan biayanya terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

- 1) Analisis kualitas tanah
- 2) Pemupukan
- 3) Pengadaan bibit
- 4) Penanaman, dan
- 5) Pemeliharaan tanaman

2.7.2 Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung berisikan perkiraan biaya untuk kegiatan penunjang kegiatan reklamasi seperti halnya mobilisasi dan demobilisasi, penyusunan dokumen rencana reklamasi, administrasi, dan supervisi. Ketentuan mengenai besarnya biaya tidak langsung diuraikan sebagai berikut:

- a. Besarnya dana untuk kegiatan mobilisasi dan demobilisasi ditetapkan sebesar 2,5% dari biaya langsung atau sesuai perhitungan.
- b. Besarnya dana penyusunan dokumen rencana reklamasi ditetapkan sebesar 2% hingga 10% dari biaya langsung.
- c. Besarnya dana untuk keperluan administrasi ditetapkan sebesar 3% hingga 14% dari biaya langsung yang mana jumlah ini sudah termasuk keuntungan bagi pihak pelaksana reklamasi tahap eksplorasi.
- d. Besarnya dana supervisi ditetapkan sebesar 2% hingga 7% dari biaya langsung.

2.7.3 Total Biaya

Biaya total pada dokumen rencana reklamasi merupakan gabungan antara jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung. Perhitungan total biaya reklamasi lahan bekas tambang disajikan dalam mata uang rupiah (Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara, 2018).

2.8 Integrasi Keislaman

Integrasi keilmuan dengan islam pada penelitian ini yaitu sebagaimana firman Allah SWT di dalam Al-Quran Surat Ali-Imran ayat 14 dan Al-Qashash ayat 77.

Al-Quran surat Ali-Imran ayat 14:

زُيِّنَ لِلنَّاسِ حُبُّ الشَّهَوَاتِ مِنَ النِّسَاءِ وَالْبَنِينَ وَالْقَنَاطِيرِ الْمُقَنْطَرَةِ مِنَ الذَّهَبِ
وَالْفِضَّةِ وَالْخَيْلِ الْمُسَوَّمَةِ وَالْأَنْعَامِ وَالْحَرْثِ ۗ ذَلِكَ مَتَاعُ الدُّنْيَا ۗ وَاللَّهُ عِنْدَهُ حُسْنُ
الْمَأْبَرِ - ١٤

Artinya: *“Dijadikan terasa indah dalam pandangan manusia cinta terhadap apa yang diinginkan, berupa perempuan-perempuan, anak-anak, harta benda yang bertumpuk dalam bentuk emas dan perak, kuda pilihan, hewan ternak dan sawah ladang. Itulah kesenangan hidup di dunia, dan di sisi Allah-lah tempat kembali yang baik.”*(quran.kemenag.go.id/)

Ayat di atas menerangkan bahwasanya ada banyak kenikmatan dunia yang Allah SWT anugerahkan untuk manusia. Kenikmatan dunia yang dimaksud dalam ayat tersebut antara lain perempuan-perempuan (istri-istri), anak-anak, harta benda berupa emas dan perak, kuda pilihan, hewan ternak, sawah ladang. Semua anugerah itu tampak Indah dalam pandangan manusia dan dapat memperdaya manusia dari tujuannya hidup di dunia.

Dikutip dari tafsir Al-Quran pada laman Kementerian Agama, ayat di atas menerangkan bahwa kenikmatan yang telah disebutkan dalam ayat tersebut dapat menghalangi seseorang untuk mengambil pelajaran hidup dan tujuan manusia diciptakan. Allah SWT menegaskan tentang kenikmatan dunia itu bersifat sementara dan di sisi-Nya-lah tempat kembali yang sebaik-baiknya. Oleh karena itu, hendaknya manusia tidak lalai dan lupa dengan tanggungjawabnya terhadap anugerah tersebut dengan cara menghindari berbuat kerusakan di bumi sebagaimana firman Allah SWT pada ayat di bawah ini yang memerintahkan manusia agar tidak berbuat kerusakan di bumi setelah mengambil kenikmatan darinya.

Al-Quran surat Al-Qashash ayat 77:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ - ٧٧

Artinya: *“Dan carilah (pahala) negeri akhirat dengan apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berbuat kerusakan.”* (quran.kemenag.go.id/)

Allah SWT memerintahkan hamba-hamba-Nya agar mencari pahala sebagai bekal kehidupan di negeri akhirat dan juga memerintahkan manusia agar bekerja untuk mencari kesenangan di dunia tetapi tidak boleh berlebih-lebihan. Diperintahkan juga kepada setiap hamba-Nya agar berbuat baik pada orang lain sebagaimana Allah SWT berbuat baik pada hamba-Nya. Allah SWT melarang hamba-Nya berbuat kerusakan di bumi karena hal itu termasuk perbuatan yang tidak disukai oleh Allah SWT.

Berdasarkan terjemahan dan tafsir dua ayat Al-Quran di atas, dapat ditarik integrasi keilmuan dan keislaman dalam penelitian ini yaitu: Seperti yang kita ketahui bahwa kegiatan pertambangan dapat menjadi jalan rizki bagi manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup di dunia. Lahan tambang menjadi salah satu kenikmatan dunia yang telah Allah anugerahkan bagi manusia. Mengingat perintah Allah SWT agar mengambil kesenangan di dunia tanpa berlebihan dan larangan berbuat kerusakan di bumi, maka sudah semestinya kegiatan eksploitasi hasil bumi dibarengi dengan upaya pemulihannya. Hal ini selain bertujuan untuk mematuhi perintah Allah SWT dan meninggalkan larangan-Nya, pada dasarnya juga bermanfaat bagi kehidupan manusia itu sendiri yaitu untuk menciptakan lingkungan tempat tinggal yang aman dan nyaman.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai rencana reklamasi pada kegiatan pertambangan telah banyak dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hasil studi literatur yang dilakukan sebelumnya, diketahui ada beberapa metode reklamasi yang digunakan oleh peneliti dengan batasan masalah yang cukup beragam. Adapun penelitian dengan judul “Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Magetan, Kabupaten Magetan” belum pernah dilakukan. Daftar penelitian terdahulu yang menjadi media literasi penulis dalam melaksanakan penelitian ini disajikan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
1	(Matovani, 2021)	Rancangan Teknis	1.Dari penelitian yang dilakukan, terdapat 3 evaluasi kesesuaian

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
		Reklamasi Lahan Bekas Pertambangan Andesit Berdasarkan Evaluasi Kesesuaian Lahan di Dusun Sudimoro Desa Bapangsari Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah.	lahan antara lain, Nmp, Nmpe, dan Nne. Beberapa parameter yang menjadi faktor pembatas yaitu penyiapan lahan (p), media perakaran (r), hara tersedia (n) dan tingkat bahaya erosi (e). 2.Arahan pengelolaan yang dilakukan yaitu sebagai berikut: Lahan ditata dengan tinggi jenjang 8 dan slope jenjang 60°. Untuk lebar teras yaitu sepanjang 8 m dengan kemiringan lereng 45° dan backslope sebesar 3°. Untuk pembuatan drainase yaitu dengan saluran pengaliran air di tiap jenjang dan terasnya. Selanjutnya, metode yang digunakan untuk penanaman tanaman sengon dan ketela pohon yaitu menggunakan sistem pot dengan dimensi lubang sebesar 1m x 1m x 1m. Untuk jarak tanam tanaman sengon sebesar 3m x 2m, sedangkan ketela pohon sebesar 2m x 2m. dan Untuk jumlah pot yang telah diperhitungkan, didapatkan hasil untuk tanaman sengon berjumlah 5.274 pot, sedangkan ketela pohon berjumlah 14.429 pot.
2	(Adha, 2018)	Arahan Pemanfaatan	Dari penelitian ini didapatkan saran atau alternatif pemanfaatan lahan

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
		Lahan Pasca Tambang Pasir di Desa Besuk Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang	bekas tambang sebagai pemandian alam dikarenakan pemanfaatan lahan yang paling optimal dan potensial untuk diimplementasikan pada lokasi penelitian, guna mendapatkan peningkatan nilai lahan tertinggi dan terbaik.
3	Azim, Fauzan. dkk., (2018)	Perencanaan Reklamasi Dengan Revegetasi Pada Stockpile di PT. Allied Indo Coal Kecamatan Talawi, Kotamadya Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat	Kegiatan reklamasi pada area <i>stockpile</i> direncanakan dengan memulai dari penataan lahan yang meliputi penebaran overburden dan penebaran top soil. Tahap berikutnya yaitu dengan penanaman cover crop dan diakhiri dengan kegiatan revegetasi yang meliputi pembibitan, penanaman serta pemeliharannya. Dari perhitungan biaya yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa biaya langsung untuk kegiatan reklamasi pada area <i>stockpile</i> tersebut berjumlah Rp 804.921.900,00, sedangkan untuk biaya tidak langsung pada kegiatan reklamasi tersebut berjumlah Rp.173.101.842,00.
4	(Ghafarunnisa & Rauf, 2018)	Perencanaan Reklamasi Tambang Bauksit pada Blok 12 Pit Aki Timur PT.	Dari hasil perencanaan, didapatkan bahwa untuk mereklamasi lahan bekas tambang bauksit dilakukan dengan kegiatan revegetasi. Metode yang direncanakan dengan penataan

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
		Harita Prima Abadi Mineral	tanah pucuk, yaitu dengan menggunakan sistem lubang tanam. Material <i>back filling</i> yang dibutuhkan sebesar 38.299,2 m ³ , sedangkan untuk tanaman kelapa sawit yang dibutuhkan berjumlah 108 buah. Untuk kegiatan penataan tanah pucuk dibutuhkan waktu selama 8 hari dengan bantuan alat berat maupun tenaga manusia. Untuk ketentuan model penanaman kelapa sawit dalam kegiatan revegetasi yaitu dengan tanam berbentuk segitiga sama sisi. Untuk ketentuan jarak tanamnya adalah 9m x 9m x 9m dengan lubang tanam lubang tanam 60cm x 60cm x 60cm.
5	(Rande, 2018)	Peningkatan Erosi Tanah pada Area Lahan Bekas Penambangan Batugamping Desa Kenteng Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	Penelitian ini membahas tentang peningkatan erosi pada lahan bekas penambangan batu gamping dimana kejadian erosi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: curah hujan, erodibilitas tanah, faktor kemiringan lereng, dan nilai faktor tanaman. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, sebesar 412,796 Ton/Ha/tahun tanah pada lokasi penambangan tersebut mengalami erosi tanah sehingga tergolong kategori sedang. Namun, tanah pada lokasi penelitian

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			dikategorikan sebagai wilayah yang rawan terjadi erosi karena jenis tanah pada lokasi tersebut adalah tanah alfisol yang peka terhadap erosi. Hilangnya vegetasi pada lahan turut menyebabkan peningkatan erosi tanah karena pada dasarnya tanaman berfungsi untuk mengikat air yang masuk ke dalam tanah. Untuk mengurangi tingkat erosi ini, dapat disarankan agar dilakukan penanaman vegetasi, pembuatan teras lengkap dengan saluran airnya.
6	(Hendrychová dkk., 2020b)	<i>Mine Reclamation Planning and Management: Integrating Natural Habitats into Post-Mining Land Use</i>	Penelitian ini mengkaji kualitas praktik pelaksanaan reklamasi pada saat ini di Republik Ceko dari perspektif non-produktif. Hasil analisis yang didapatkan menunjukkan bahwa regulasi nasional mengenai reklamasi lahan bekas tambang tidak memberikan dukungan secara konseptual untuk memperoleh nilai guna lahan bekas tambang pada aspek alam. Selain itu, representasi habitat non-produktif juga tidak mencukupi sehingga hal ini akan mengurangi atau merusak nilai ekologis pada area reklamasi serta dapat mengurangi ketahanan jangka

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			panjangnya. Pelaksanaan reklamasi ini harus dilakukan dengan kontrol sebagaimana yang telah tercatat dalam dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL).
7	(Makombe & Gwisai, 2018)	<i>Soil Remediation Practices for Hydrocarbon and Heavy Reclamation in Mining Polluted Soils</i>	Polusi TPH, Pb, As, dan Cd tinggi di lokasi terpilih dan telah melebihi standar internasional (Standar USEPA 1991 dan MHSPEN, 2000). Perubahan konsentrasi TPHs, Pb, As, dan Cd dicatat pada musim kemarau bulan Agustus dan diketahui menunjukkan konsentrasi tertinggi. Berdasarkan tingkat polusi yang dipilih di lokasi penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat potensi pencemaran tanah yang tinggi dan polusi air permukaan, serta kesehatan manusia dan ekologi toksisitas. Eksperimen pot bioremediasi terbukti berhasil dalam mereklamasi tanah yang terkontaminasi dengan kotoran ayam.
8	(Angst dkk., 2018)	<i>Fast Accrual of C and N in Soil Organic Matter Fractions Following Post-Mining</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan reklamasi lahan bekas tambang saat ini yang menggunakan sistem pengamanan tanah pucuk dapat bekerja dengan baik. Metode ini mampu

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
		<i>Reclamation Across the USA</i>	memulihkan dengan cepat agregasi tanah dan mengalokasikan C dan N ke fraksi SOM kemudian distabilkan secara berbeda. Proses ini didukung juga oleh jumlah senyawa yang berasal dari tumbuhan dan yang secara alami terdapat pada tanah sehingga setelah 2 hingga 5 tahun, kondisi tanah hampir mirip dengan kondisi vegetasi alaminya. Berdasarkan hasil ini, dapat diketahui bahwa reklamasi lahan bekas tambang dengan melakukan penanaman kembali memiliki kemampuan untuk mengakumulasi, menstabilkan, dan menyimpan kadar C pada tanah.
9	(Fan dkk., 2018)	<i>Effect of Coal Mining on Springs in the Yushenfu Mining Area of China</i>	1. Mata air dapat dibagi menjadi tiga puluh pes sesuai dengan sumber suplai mata air musim kemarau, yaitu, (i) resapan mata air dari infiltrasi pasir, (ii) mengisi ulang infiltrasi spotofless pegas, dan (iii) mengisi ulang titik mata air dari infiltrasi campuran. Sebelumnya pertambangan skala besar, karakteristik utama dari tiga jenis daerah springspot sebagai berikut: (i) maksimum jumlah air tunggal dalam aliran mata air

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			dengan pasir pengisian ulang infiltrasi lebih dari 10L/dtk, (ii) jumlah total mata air dengan campuran filtrasi isi ulang paling banyak, dan (iii) dampak ekologis mata air tanpa filtrasi pengisian ulang paling signifikan.
10	(Abaldoo dkk., 2018)	<i>Monitoring the Extent of Reclamation of Small Scale Mining Areas Using Artificial Neural Networks</i>	Penelitian ini mengkaji tentang perkembangan dan kondisi lahan yang direklamasi dengan memantau vegetasi pada lahan tersebut. Analisa NDVI menunjukkan bahwa daerah yang dilakukan reklamasi memiliki nilai lebih tinggi dalam menggantikan spesies tanaman dengan tingkat kelangsungan hidup rendah. Pada tahun 2011-2016, sebanyak 51,7% area tambang berkurang, sebesar 3,9% kelas vegetasi meningkat dan sebanyak 87,3% kelas penyelesaian meningkat. Hal ini membuktikan bahwa pertambangan skala kecil yang dilakukan menggunakan biaya pengolahan tanah lebih rendah dari vegetasi dan pemukiman.

Sumber: Dirangkum dari berbagai sumber, 2022

BAB III

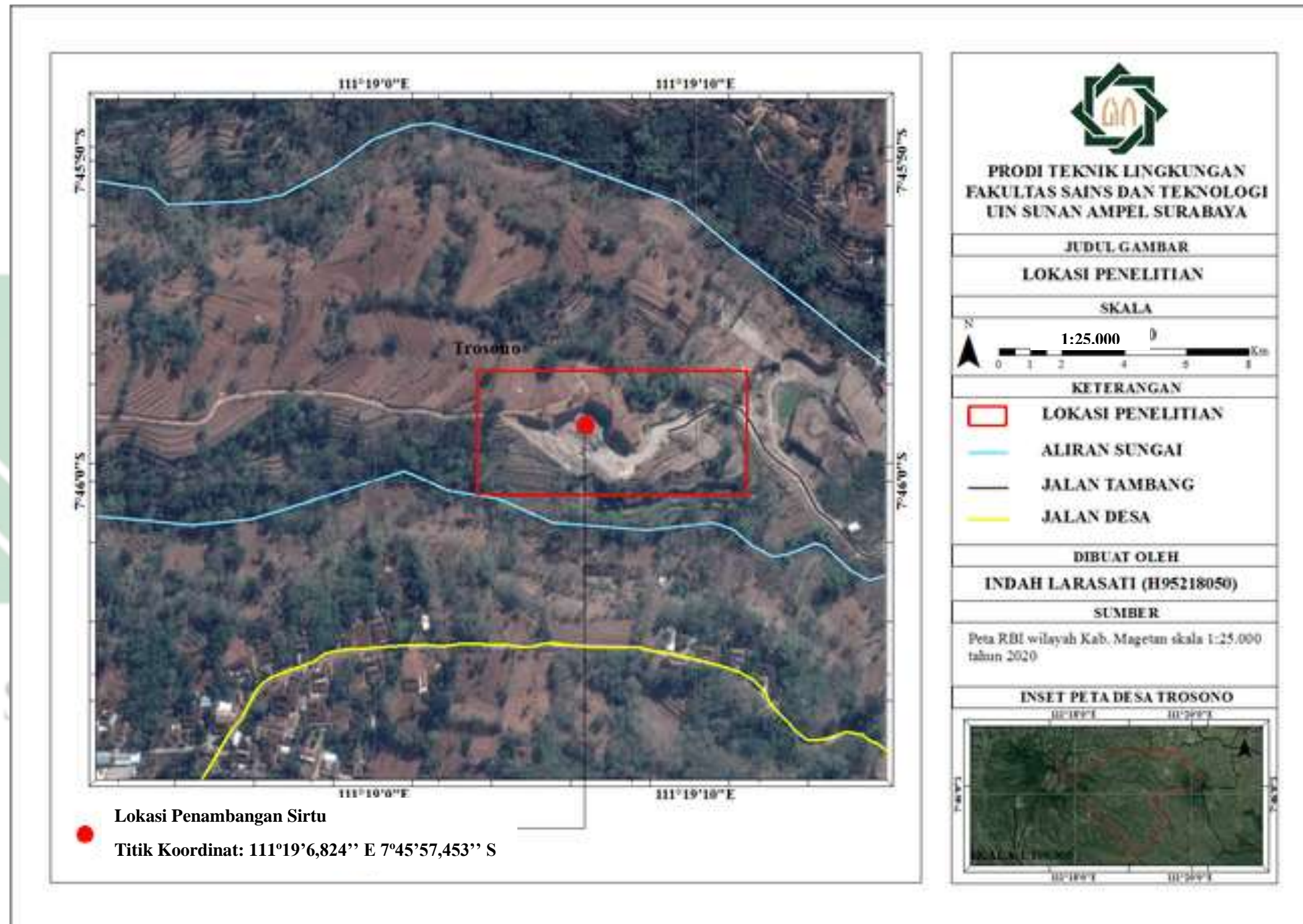
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dan perencanaan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu berlokasi di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan. Desa Trosono merupakan salah satu desa di bagian selatan Kabupaten Magetan dengan luas wilayah 6,64 Km². Adapun titik pertambangan sirtu yang menjadi objek dalam penelitian ini terletak di Dusun Glagahombo dengan luas wilayah berdasarkan IUP sebesar 18,46 Ha. Peta lokasi penelitian disajikan pada gambar 3.1

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian yang terbagi menjadi 3 (tiga) tahapan ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juli tahun 2022. Tahap persiapan dimulai pada minggu kedua bulan Februari dengan melakukan studi literatur, pengumpulan informasi mengenai objek penelitian, dan penyusunan proposal penelitian. Tahap pelaksanaan dilaksanakan pada minggu ke 3 dan ke 4 bulan April serta minggu ke 1 dan ke 2 bulan Mei. Data yang sudah didapatkan selanjutnya dianalisis pada tahap pengolahan data yaitu minggu ke 4 bulan April hingga minggu ke 3 bulan Juni.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

Sumber: Hasil analisis, 2022

3.3 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian merupakan bagan yang berisi langkah-langkah pemecahan masalah berdasarkan gagasan atau ide dari penulis dengan mempertimbangkan hasil dari kajian pustaka pada tahap persiapan penelitian. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini yaitu adanya lahan bekas penambangan sirtu yang memerlukan upaya reklamasi untuk mengembalikan fungsi lahan dan mencegah kerusakan lingkungan. Dalam penelitian ini penulis bermaksud menyampaikan ide dan gagasan rencana reklamasi pada lahan bekas penambangan sirtu yang dimaksud. Penyusunan ide rencana reklamasi disesuaikan dengan regulasi dan bidang keilmuan tentang reklamasi lahan bekas tambang. Secara sistematis, kerangka pikir yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini disajikan pada gambar 3.2.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian

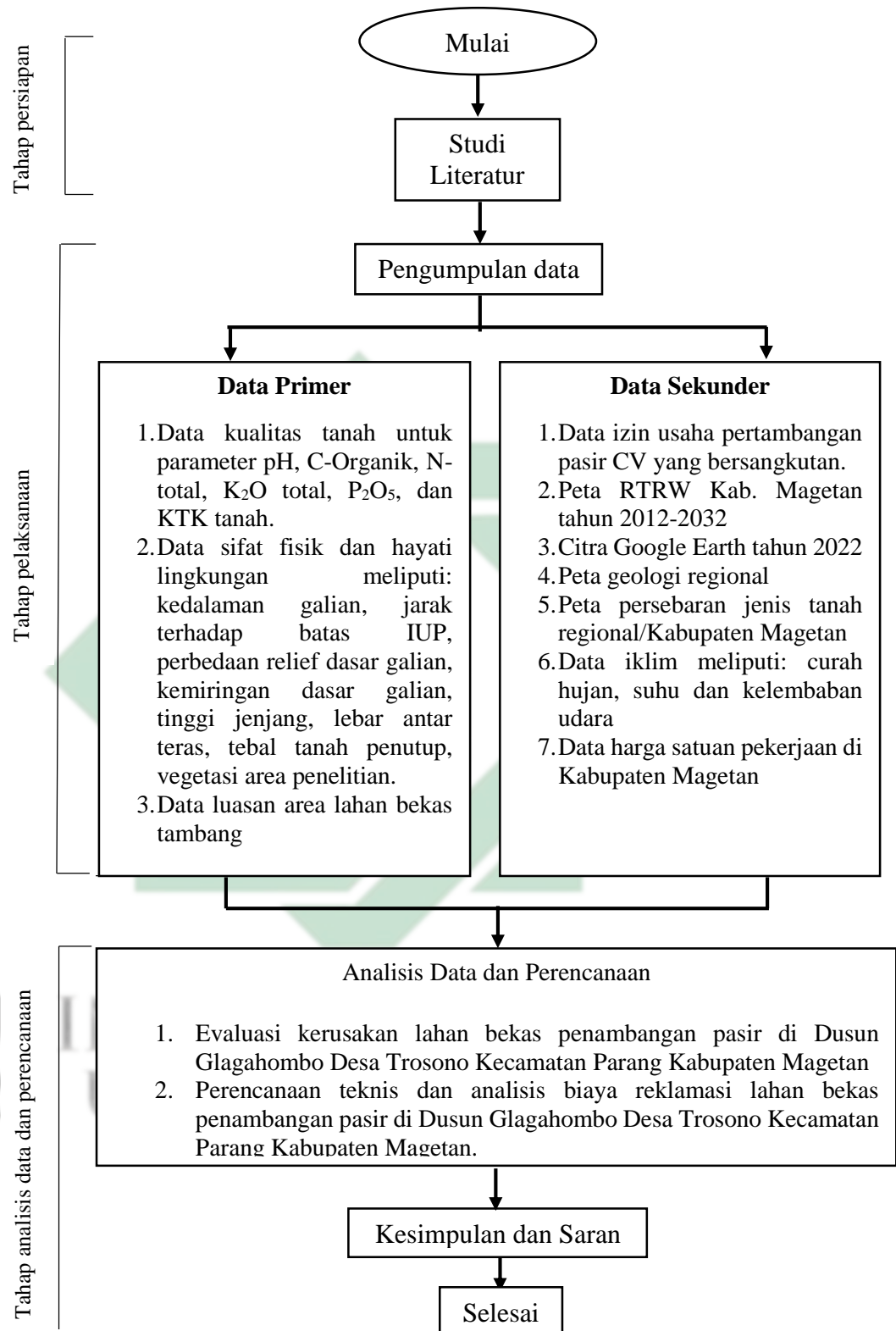
Sumber: Hasil analisis, 2022

3.4 Tahapan Penelitian

Tahap penelitian merupakan suatu alur sistematis pada sebuah penelitian yang memiliki tujuan untuk memperoleh hasil sesuai dengan tujuan penelitian. Tahapan penelitian dibagi menjadi 3 yaitu, tahap persiapan, tahap pelaksanaan, tahap analisis data dan perencanaan.

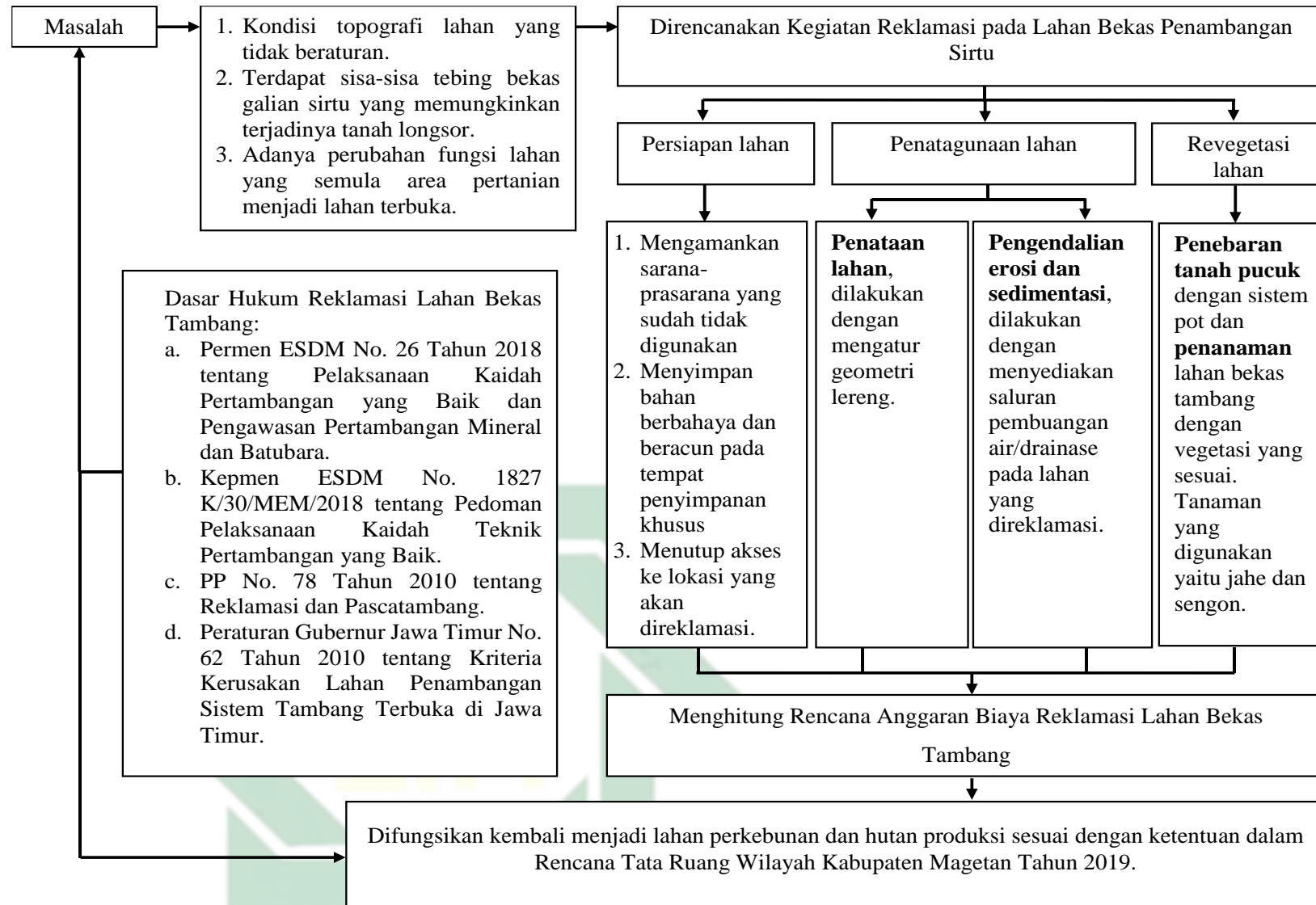
Penelitian yang diawali dengan kegiatan studi literature ini diharapkan dapat menghasilkan keluaran berupa desain perencanaan reklamasi pada lahan bekas penambangan sirtu yang sesuai. Pada akhir penelitian dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran untuk memperbaiki permasalahan dan kekurangan yang ditemukan peneliti selama proses penelitian. Gambar 3.4 berikut merupakan diagram alir penelitian ini.





Gambar 3. 3 Tahapan Penelitian

Sumber: Hasil analisis, 2022



Gambar 3.4 Konsep Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu

Sumber: Hasil analisis, 2022

3.4.1 Tahap Persiapan

Penelitian diawali dengan studi literatur mengenai kegiatan pertambangan dengan sumber literasi berupa jurnal penelitian, berita, peraturan perundang-undangan, dan tugas akhir yang berkaitan dengan pertambangan. Pada tahap persiapan, penulis juga melakukan peninjauan lokasi penambangan sirsu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan.

3.4.2 Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan, dilakukan pengambilan data-data yang diperlukan baik data primer maupun data sekunder. Data-data yang dikumpulkan terdiri dari data kualitatif dan data kuantitatif.

A. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui kegiatan survey lapangan, wawancara, pengukuran, dan pengujian di laboratorium. Data primer yang diperlukan dan cara pemerolehannya diuraikan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Primer yang Diperlukan

No.	Jenis Data	Metode	Sumber
1. Data kualitas tanah			
a.	pH H ₂ O	Pengujian kualitas tanah diawali dengan mengambil sampel tanah di lokasi penelitian dengan metode <i>simple random sampling</i> karena tanah di lokasi dianggap sama. Sampel tanah diambil dengan menggunakan cangkul, sekop atau bor tanah dari kedalaman tertentu sebanyak 1-2 kg. Sampel tanah dianalisis parameter kesuburannya yaitu tekstur tanah, pH H ₂ O tanah, C organik, N total, P ₂ O ₅ , K ₂ O dan KTK tanah. Adapun pengambilan	Hasil analisis di laboratorium Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta
b.	C-Organik		
c.	N-total		
d.	P ₂ O ₅		
e.	K ₂ O total		
f.	KTK tanah		

No.	Jenis Data	Metode	Sumber
		<p>sampel tanah sebanyak 2 (dua) titik yaitu tanah top soil yang dipindahkan dan tanah di sekitar lahan yang belum dilakukan pengupasan (Panduan sampling tanah litbang.go.id). Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.</p>	
2. Data sifat fisik dan hayati lingkungan			
	<p>a. Kedalaman galian tambang</p>	<p>Pengukuran kedalaman lubang galian dilakukan dengan mengukur jarak antara permukaan awal dan dasar lubang terdalam. Pengukuran dilakukan dengan meteran untuk kedalaman yang masih bisa dicapai. Selain itu dilakukan juga pengambilan data dengan drone untuk selanjutnya diolah pada <i>software autocad</i> dan <i>Arcgis</i>.</p>	<p>Hasil pengukuran di lapangan</p>
	<p>b. Jarak terhadap batas IUP</p>	<p>Pengukuran dilakukan dengan mengukur jarak kedua antara titik terluar lubang galian dan titik terdekat dengan batas SIPD. Pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan meteran</p>	<p>Hasil pengukuran di lapangan</p>

No.	Jenis Data	Metode	Sumber
	c. Perbedaan relief dasar galian	Perbedaan relief dasar galian adalah perbedaan ketinggian permukaan tumpukan galian dengan permukaan dasar galian disekitarnya. Pengukuran dilakukan dengan mengukur kedua permukaan tersebut.	Hasil pengukuran di lapangan
	d. Kemiringan dasar galian	Pengambilan foto udara dengan <i>drone</i> dan diolah menggunakan <i>software autocad</i> .	Hasil pengukuran di lapangan
	e. Tinggi jenjang	Pengukuran dengan meteran	Hasil pengukuran di lapangan
	f. Lebar antar teras	Pengukuran dengan meteran	Hasil pengukuran di lapangan
	g. Tebal tanah penutup	Pengukuran dengan meteran	Hasil pengukuran di lapangan
	h. Vegetasi area penelitian	Pengamatan dan penghitungan langsung di lapangan	Hasil pengukuran di lapangan
4	Data Luasan lahan bekas tambang	Pengambilan gambar dengan <i>drone</i> dan pemetaan dengan <i>arcgis</i>	Hasil pengukuran di lapangan

Sumber: Hasil analisis, 2022

B. Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan dalam perencanaan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu ini mulai dikumpulkan saat studi pendahuluan pada tahap persiapan. Berikut ini merupakan data sekunder yang diperlukan pada perencanaan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu:

Tabel 3.2 Data Sekunder yang Diperlukan

No.	Jenis Data	Sumber
1	Data izin usaha pertambangan (IUP/P2KT)	Pemilik usaha pertambangan
2	Peta RTRW Kabupaten Magetan tahun 2012-2032	Bappeda Kabupaten Magetan
3	Citra Google Earth	Google
4	Peta geologi regional	Bappeda Kabupaten Magetan
5	Peta persebaran jenis tanah regional/Kabupaten Magetan	Bappeda Kabupaten Magetan
6	Data iklim meliputi: curah hujan, suhu udara, kelembaban udara	Dinas Pengairan dan Pekerjaan Umum Kabupaten Magetan, Badan Meteorologi Lanud Iswahjudi Magetan
7	Data harga satuan pekerjaan Kabupaten Magetan	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Magetan

Sumber: Hasil analisis, 2022

C. Peralatan yang Digunakan

Dalam mengumpulkan data primer yang diperlukan pada penelitian ini, penulis menggunakan alat dan bahan untuk menunjang pemerolehan data sebagai berikut:

Tabel 3.3 Perlengkapan Penelitian

No.	Perlengkapan	Kegunaan	Hasil yang didapatkan
Bahan			
1	Peta RBI Daerah Kabupaten Magetan skala 1:25.000	Acuan untuk membuat peta topografi sekunder, Peta batas penelitian	Peta untuk acuan pada survey lapangan dan pemetaan secara tematik
2	Peta Citra Satelit (Google Earth)	Acuan untuk membuat peta situasi	Peta untuk acuan pada survey lapangan dan pemetaan secara tematik

No.	Perlengkapan	Kegunaan	Hasil yang didapatkan
Alat			
1	Meteran	Mengukur kedalaman galian, Jarak terhadap batas IUP, tinggi jenjang, lebar jenjang, ketebalan tanah penutup	Data Kedalaman galian, Jarak terhadap batas IUP, tinggi jenjang, lebar jenjang, ketebalan tanah penutup.
2	Sekop dan Cangkul	Mengambil sampel tanah di lokasi penelitian	Sampel tanah untuk diujikan
3	Plastik Sampel	Sebagai wadah sampel tanah di lokasi penelitian	Sampel tanah untuk diujikan
4	Drone	Mengambil citra atau gambar eksisting pertambangan untuk diolah data topografinya.	Data topografi pendukung
5	Alat tulis	Mencatat data selama observasi dan survey lapangan	Data primer berdasarkan observasi dan survey lapangan
6	Laptop	Pengolahan data dan penyusunan laporan	Laporan tugas akhir

Sumber: Hasil analisis, 2022

3.4.3 Tahap Pengolahan Data

A. Kriteria Kerusakan Lahan

Kriteria kerusakan lahan didapatkan berdasarkan data pengukuran di lapangan yang dianalisis dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010 tentang Kriteria Kerusakan Lahan Penambangan Sistem Tambang Terbuka di Jawa Timur.

B. Analisis Kualitas Tanah dan Kesesuaian Lahan untuk Jenis Tanaman yang Dipilih pada Revegetasi

Metode yang digunakan dalam menentukan kelas kesesuaian lahan adalah *weight factor matching*. Metode ini dilakukan dengan mencocokkan karakteristik lahan dan kriteria kesesuaian lahan bagi tanaman yang direncanakan pada kegiatan revegetasi. Dengan mencocokkan karakteristik lahan dan kriteria kesesuaian dapat diketahui faktor pembatas yang berpengaruh terhadap kelas dan sub kelas kesesuaian lahan. Hasil analisis dengan metode *weight factor matching* yaitu penentuan kelas dengan faktor pemberat yang tidak sesuai dengan kriteria kesesuaian tanaman sehingga perlu diberikan usulan perbaikannya. Jenis tanaman yang direncanakan sebagai vegetasi pada lahan bekas penambangan sirtu yaitu tanaman sengon dan jahe. Kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman sengon dan jahe disajikan pada tabel 3.4 dan 3.5.

Tabel 3.4 Kesesuaian tanaman sengon (*Albizia falcataria*)

Persyaratan penggunaan/karakteristik lahan	Kelas kesesuaian lahan			
	S1	S2	S3	N
Temperatur (tc)				
Temperatur rata-rata (°C)	21-30	30-34 19-21	-	>34 <19
Ketersediaan air (wa)				
Curah hujan (mm)	2500-3000	3000-4000 2000-2500	-	>4000 <2000
Bulan kering LGP	0-2	2-4	-	>4

Persyaratan penggunaan/karakteristik lahan	Kelas kesesuaian lahan			
	S1	S2	S3	N
Ketersediaan oksigen (oa)				
Drainase	Baik, agak cepat, sedang	Agak terhambat, agak cepat	Cepat	Terhambat, sangat terhambat, cepat
Media perakaran (rc)				
Tekstur	Sedang, agak halus, halus	Kasar, agak kasar	Sangat halus	-
Kedalaman tanah (cm)	-	>100	75-100 <5	<75
Retensi hara (nr)				
KTK tanah (cmol)	>16	5-16	7,5-8,0	-
pH H ₂ O	5,5-7,0	7,0-7,5	4,5-5,0	>8,0
C-organik (%)	>0,4	5,0-5,5 ≤ 0,4	-	<4,5 -
Hara tersedia (na)				
N total (%)	Sedang	Rendah	Sangat rendah	-
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	Sedang	Rendah	Sangat rendah	-
K ₂ O (mg/100 g)	Sedang	Rendah	Sangat rendah	-

Sumber: (Ritung dkk., 2011)

Tabel 3.5 Kesesuaian tanaman jahe (*Zingiber officinale*)

Persyaratan penggunaan/karakteristik lahan	Kelas kesesuaian lahan			
	S1	S2	S3	N
Temperatur (tc)				
Temperatur rata-rata (°C)	25-30	-	30-35 20-25	>35 <20

Persyaratan penggunaan/karakteristik lahan	Kelas kesesuaian lahan			
	S1	S2	S3	N
Ketersediaan air (wa)				
Curah hujan (mm)	2.500-3.500	3.500-4.000	-	<1.8000
		1.800-2.500	-	>4.000
Bulan kering	<3	3-5		>5
Ketersediaan oksigen (oa)				
Drainase	Baik, sedang	Agak terhambat,	Terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat
Media perakaran (rc)				
Tekstur	Agak kasar, sedang	Agak halus, halus	Sangat halus	kasar
Kedalaman tanah (cm)	>50	>50	30-50	<30
Retensi hara (nr)				
KTK tanah (cmol)	>16	5-16	<5	-
pH H ₂ O	5,0-7,0	4,0-5,0	<4,0	-
		7,0-8,0	>8,0	-
C-organik (%)	>1,2	0,8-1,2	<0,8	-
Hara tersedia (na)				
N total (%)	Sedang	Rendah	Sangat rendah	-
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	Tinggi	Sedang	Rendah-	-
K ₂ O (mg/100 g)	Sedang	Rendah	Sangat rendah	-
			Sangat rendah	-

Sumber: (Ritung dkk., 2011)

3.5 Metode Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu

Tahapan reklamasi disesuaikan dengan uraian dalam Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827K/30/MEM/2018 sebagai berikut.

3.5.1 Persiapan Lahan

Kegiatan persiapan lahan direncanakan dengan melakukan pengamanan terhadap benda-benda yang sudah tidak digunakan dalam usaha pertambangan, pengamanan limbah B3 yang dihasilkan, dan pembatasan akses dari pihak luar ke dalam area bekas tambang.

3.5.2 Penatagunaan Lahan

Tahap penatagunaan lahan dibagi menjadi 3 (tiga) pekerjaan utama yaitu penataan lahan, penebaran zona pengakaran dan pengendalian erosi/sedimentasi.

A. Penataan Lahan

Perhitungan jumlah tanah penutup dan tanah pucuk menggunakan rumus 3.2 dan 3.3 (Meidiyanto dkk., 2021).

$$V = A \times t \text{ overburden} \dots\dots\dots (\text{Rumus 3. 1})$$

$$V = A \times t \text{ Top soil} \dots\dots\dots (\text{Rumus 3. 2})$$

Keterangan:

V = Volume tanah (m³)

A = Luas area reklamasi (m²)

t = Ketebalan tanah (m)

Lereng yang terbentuk akibat kegiatan penambangan sirtu ditata dan direkayasa pada ketinggian dan kemiringannya. Rekayasa dan pengaturan lereng dilakukan dengan mengacu pada ketentuan pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010.

B. Penataan Tanah Zona Pengakaran

Penataan tanah zona pengakaran dapat dilakukan dengan 3 (tiga) metode yaitu sistem perataan tanah, sistem pot, sistem guludan.

a. Sistem perataan

Tanah pucuk ditebarkan pada permukaan lahan dengan memperhitungkan kebutuhan volume top soil menggunakan rumus 3.3.

2) Sistem pot

Dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{\text{Luas area } m^2}{\text{jarak tanam } (m^2)} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 3})$$

Keterangan:

n = Jumlah pot

$$Vp = p \times l \times t. \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 4})$$

Keterangan:

p = panjang lubang tanam (m)

l = Lebar lubang tanam (m)

h = Kedalaman (m)

C. Penyediaan Saluran Pembuangan/Drainase

1) Hujan Kawasan

Curah hujan dengan metode perhitungan hujan kawasan aljabar diperkirakan menggunakan rumus (Suripin, 2004):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 5})$$

Keterangan:

P = Curah hujan kawasan

P₁, P₂ = Curah hujan di pos penakar hujan 1,2 dst

n = Banyaknya pos penakar hujan

2) Curah Hujan Rencana

Perhitungan frekuensi curah hujan metode (Suripin, 2004):

a. Metode distribusi normal:

$$X_T = X + K_T \times S \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 6})$$

$$K_T = \frac{X_T - X}{S} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 7})$$

Keterangan:

X_T = Perkiraan nilai dalam periode ulang T-tahunan

X = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi atau periode ulang untuk analisis peluang.

b. Metode Distribusi Log Normal:

$$Y_T = Y + K_T \times S \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 8})$$

Dimana:

$$K_T = \frac{Y_T - Y}{S} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 9})$$

Keterangan:

Y_T = Perkiraan nilai dalam periode ulang T-tahunan

Y = Nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi atau periode ulang untuk analisis peluang.

c. Metode distribusi Log-Person III

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K \times S \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 10})$$

Keterangan:

X_T = Perkiraan nilai dalam periode ulang T-tahunan

X = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

d. Metode Distribusi Gumbel

$$X_T = X + S \times K \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 11})$$

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 12})$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2}}{n-1} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 13})$$

Keterangan:

X_T = Perkiraan nilai dalam periode ulang T-tahunan

X_i = Curah hujan (mm)

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

S = Standar deviasi sampel

Y_n = Reduced mean yang tergantung pada jumlah data

Y_{Tr} = Reduced variate

n = Jumlah sampel/data

Besarnya nilai Y_n , Y_{Tr} , dan S_n dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Y_n = -\ln \left| -\ln \left\{ \frac{\{(n+1)-m\}}{n+1} \right\} \right| \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 14})$$

Keterangan:

n = Banyaknya data

m = nomor urutan data dari nilai terbesar hingga terkecil

$$Y_t = -\ln \left\{ \frac{\{(n+1)-m\}}{n+1} \right\} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 15})$$

Keterangan:

Y_t = Reduksi varians

Tr = Kala ulang (tahun)

$$S_n = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{n-1} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 16})$$

Keterangan:

S_n = Koreksi simpangan

$X - \bar{X}$ = Curah hujan maksimum dikurangi dengan curah hujan maksimum rata-rata

n = Jumlah data

3) Periode Ulang dan Resiko Hidrologi

Dalam menentukan periode ulang dan resiko hidrologi, dapat digunakan rumus sebagai berikut (Meidiyanto dkk., 2021):

$$Pr = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^{TL} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 17})$$

Keterangan:

Pr = Resiko hidrologi

Tr = Periode ulang

TL = Umur tambang

4) Intensitas curah hujan

Intensitas hujan diperlukan dalam menentukan perkiraan debit limpasan dimana perhitungannya merupakan penerapan dari persamaan mononobe untuk mendapatkan intensitas curah hujan setiap jamnya (Soewarno, 1995).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 18})$$

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan

R₂₄= Curah hujan maksimum (mm/hari)

5) Debit air limpasan

Debit puncak air permukaan dihitung menggunakan metode rasional USSCS (1973) dengan rumus sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$Qp = 0,002778 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 19})$$

Keterangan:

Qp = Laju aliran permukaan (debit) pucak (m³/detik)

C = Koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan air (Ha)

6) Menghitung Dimensi Saluran

Rumus yang digunakan dalam menentukan dimensi saluran drainase mengacu pada rumus Manning sebagai berikut:

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\left(\frac{1}{2}\right)} \dots\dots\dots(\text{Rumus 3. 20})$$

Dimana,

Q = Debit air limpasan maksimum (m^3/detik)

A = Luas penampang basah (m^2)

S/m = Kemiringan dasar saluran (%)

R = Jari-jari hidrolis (m)

N = Koefisien kekasaran dinding saluran menurut Manning

3.5.3 Revegetasi Lahan

Kegiatan revegetasi yang direncanakan yaitu menanam lahan bekas penambangan sirtu dengan komoditas tanaman sengon (*Albizia falcataria*) dan jahe (*Zingiber officinale*). Teknik revegetasi disesuaikan dengan ketentuan penanaman vegetasi yang digunakan.

3.5.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan sarana dan prasarana yaitu dengan pemantauan kolam penampung air hujan atau embung, akses jalan tambang, dan lereng. Pemeliharaan vegetasi pada lahan bekas tambang meliputi kegiatan penyulaman, pemupukan, dan pengendalian hama.

BAB IV

GAMBARAN UMUM LOKASI PERENCANAAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai gambaran umum lokasi perencanaan reklamasi yang terbagi menjadi 2 (dua) bagian utama. Bagian pertama membahas tentang gambaran lokasi perencanaan yang meliputi letak geografi, kondisi topografi, kondisi hidrologi, dan kondisi klimatologi. Bagian kedua menggambarkan usaha pertambangan sirtu di Desa Trosono yang meliputi status perizinan, luas wilayah, serta kondisi eksisting dan kemajuan tambang.

4.1 Gambaran Umum Desa Trosono

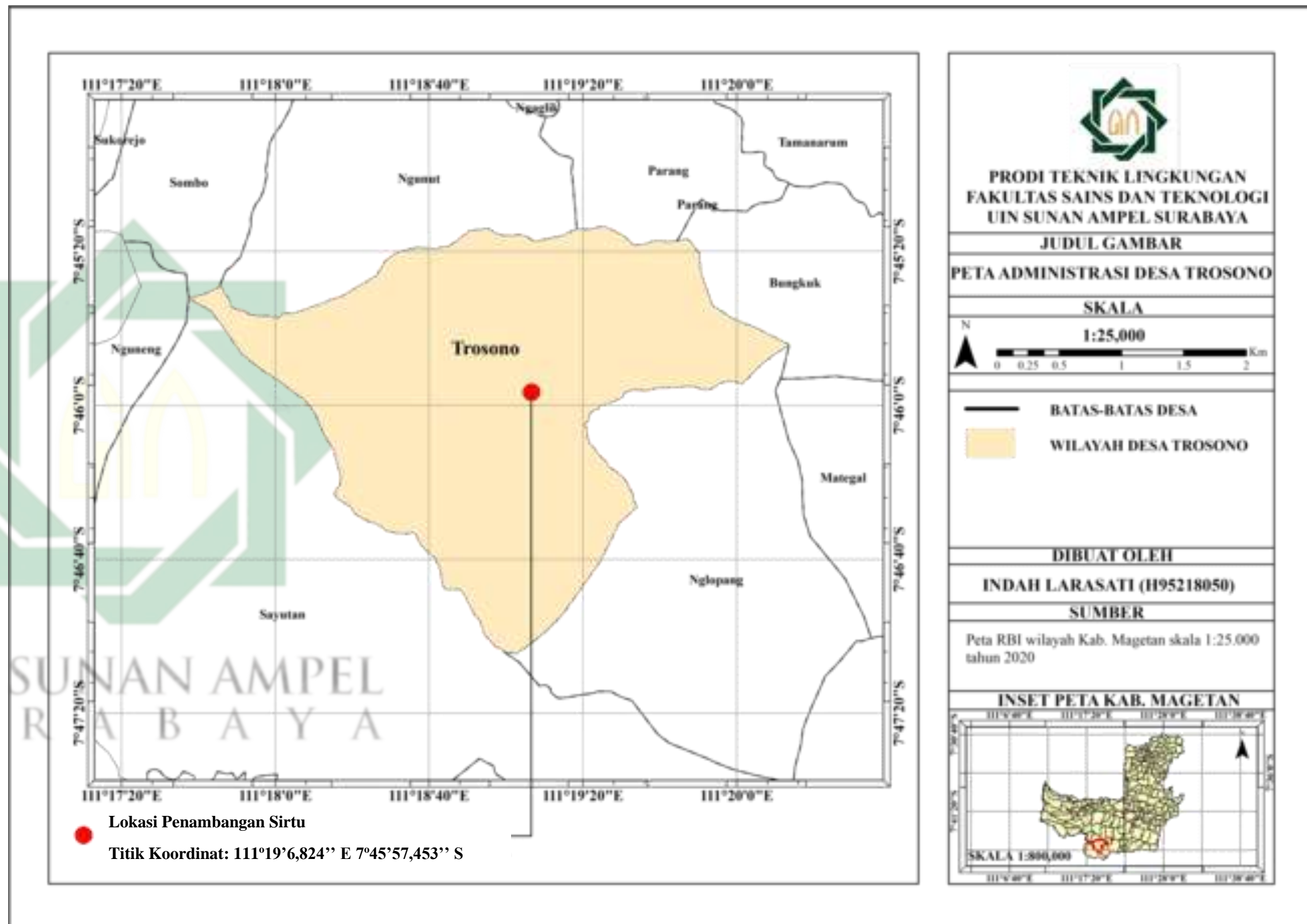
Batas administrasi lokasi penelitian tentang perencanaan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu ini merupakan batas wilayah Desa Trosono karena letak usaha pertambangan seluruhnya berada di desa tersebut. Berikut ini uraian aspek-aspek yang menggambarkan secara umum kondisi wilayah perencanaan.

4.1.1 Letak Geografi dan Batas Administrasi

Secara administratif, batas-batas wilayah Desa Trosono adalah:

- a. Sebelah utara : Desa Ngunut dan Kelurahan Parang
- b. Sebelah Timur : Desa Bungkok dan Desa Nglopang
- c. Sebelah Selatan : Desa Sayutan dan Desa Nglopang
- d. Sebelah barat : Desa Nguneng dan Desa Sombo

Desa Trosono terdiri dari 5 (lima) dusun dengan total luas wilayah desa seluas 6,64 Km². Secara astronomis, Desa Trosono berada pada 7°45'20'' – 7°47'20'' lintang selatan dan 111°17'20'' - 111°20'0'' bujur timur dengan ketinggian daratan antara 312 – 862 meter di atas permukaan air laut. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika Kabupaten Magetan, Kecamatan Parang memiliki total lahan pertanian di Desa Trosono seluas 497,56 Ha dan sisanya merupakan lahan non pertanian. Gambar 4.1 merupakan peta administrasi Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan.



Gambar 4. 1 Peta Desa Trosono

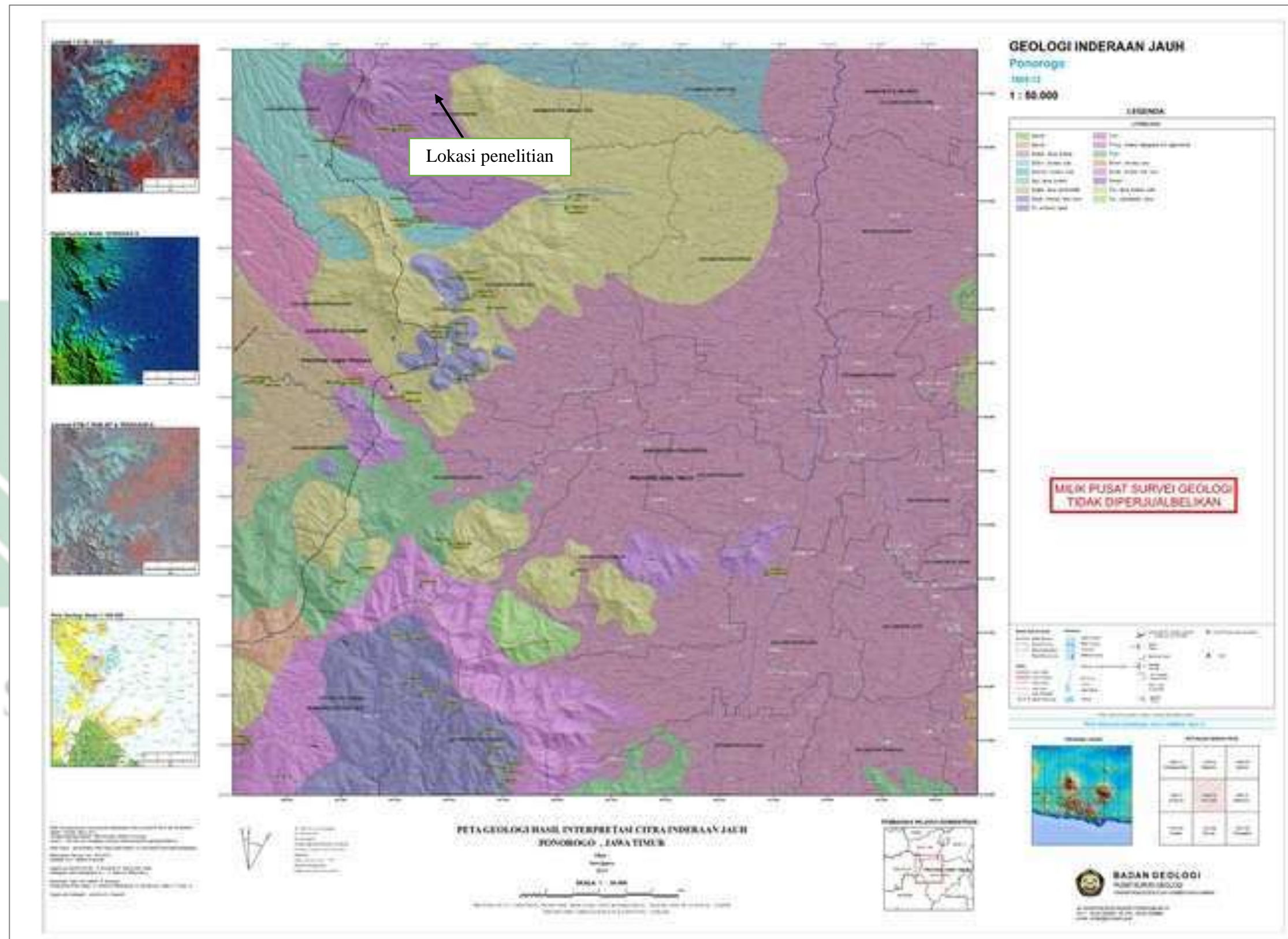
Sumber: Hasil analisis, 2022

4.1.2 Kondisi Geologi

Desa Trosono terletak di antara dua gunung yaitu gunung Blego (gunung Butak) dan gunung Bungkok. Berdasarkan peta geologi hasil indera jauh lembar Ponorogo pada gambar 4.2, secara keseluruhan daerah penelitian ini termasuk ke dalam bentang alam vulkanik yaitu lereng gunung Blego. Bentang alam vulkanik dicirikan dengan proses utama yang berasal dari kegiatan gunung api. Litologi wilayah Desa Trosono terdiri dari breksi, tufa, dan lava. Batuan tersebut merupakan material gunung api yang telah membatu dengan penyebaran fraksi kasarnya terjadi pada fasies proksimal dan fase halus pada fasies distal (Mulyaningsih, 2015).

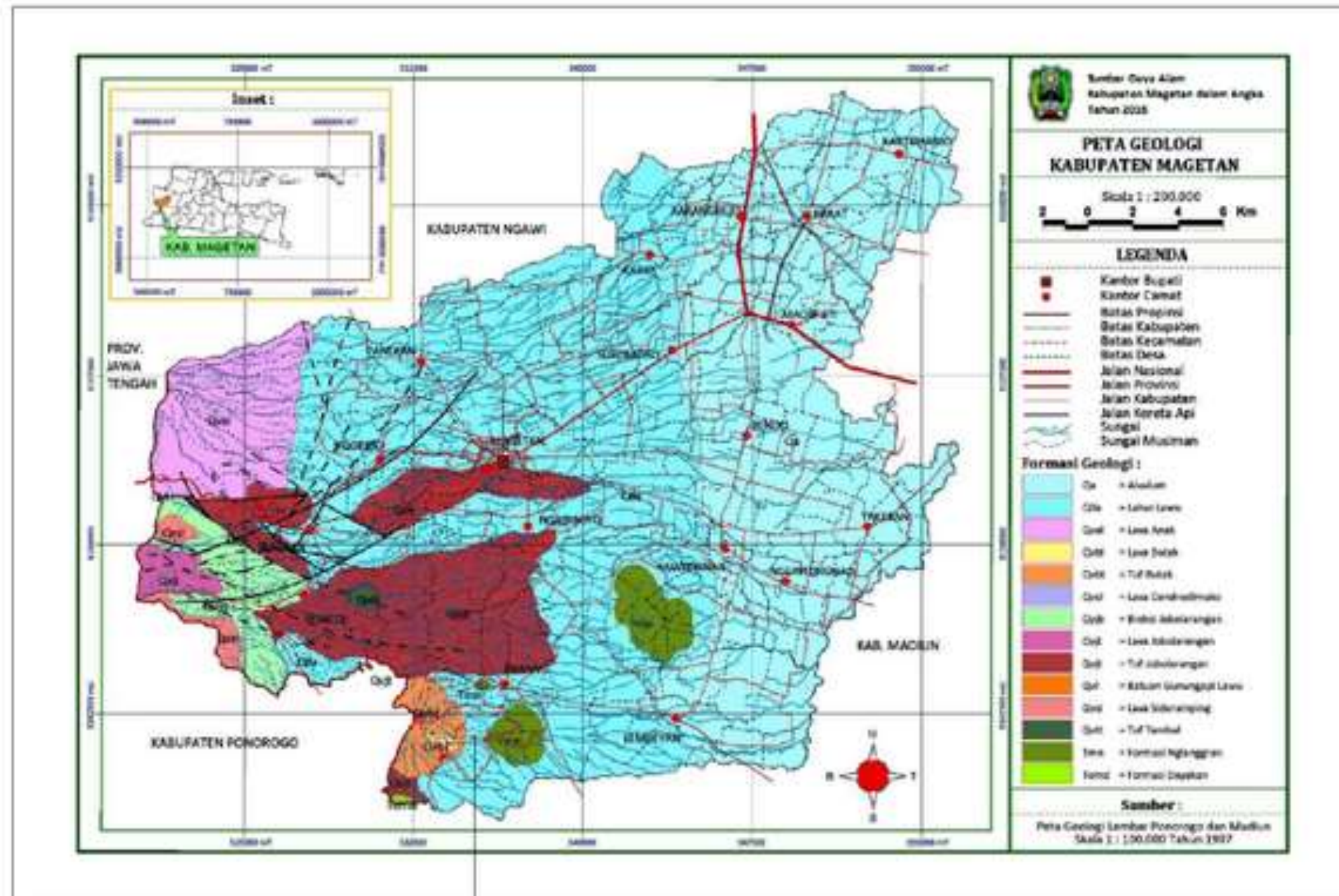
Bahan galian yang terdapat pada lokasi pertambangan ini merupakan jenis komoditas pertambangan kerikil berpasir alami (sirtu). Jenis material ini diduga berasal dari produk vulkanisme Gunung Blego yang berbentuk endapan lahar berukuran pasir sampai bongkahan. Bahan ini berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku/material batu dan bahan urugan (Studi Eksplorasi, 2016).

Gambar 4.3 merupakan peta geologi kabupaten Magetan yang menunjukkan formasi geologi di wilayah Kabupaten Magetan termasuk Desa Trosono, Kecamatan Parang. Berdasarkan data pada gambar 4.3, dapat diketahui bahwa formasi geologi Kabupaten Magetan terdiri atas 12 jenis yaitu: Aluvium, Lahar Lawu, Lava Anak, Lava Butak, Tuf Butak, Lava Condrodimuko, Breksi Jobolarangan, Lava Jobolarangan, Tuf Jobolarangan, Batuan Gunungapi Lawu, Lava Sidoramping, Tuf Tambal, Formasi Nglarangan, dan Formasi Dayakan. Wilayah Desa Trosono terbagi menjadi 4 formasi geologi yaitu: Lava butak, Tuf Butak, Lahar lawu, dan Formasi Nglanggran. Lokasi penelitian yang merupakan lahan pertambangan sirtu di Dusun Glagahombo sebagaimana gambar 4.3 termasuk ke dalam formasi lahar lawu. Adapun jenis tanah pada lokasi penelitian termasuk jenis tanah mediteran merah dan latosol (SDA Kabupaten Magetan, 2019).



Gambar 4. 2 Peta Geologi Inderaan Jauh Lembar Ponorogo

Sumber: Badan Geologi Kementerian ESDM



● Lokasi Penambangan Sirtu
Titik Koordinat: 111°19'6,824" E 7°45'57,453" S

Gambar 4. 3 Peta Geologi Kabupaten Magetan

Sumber: Bidang SDA Magetan, 2018

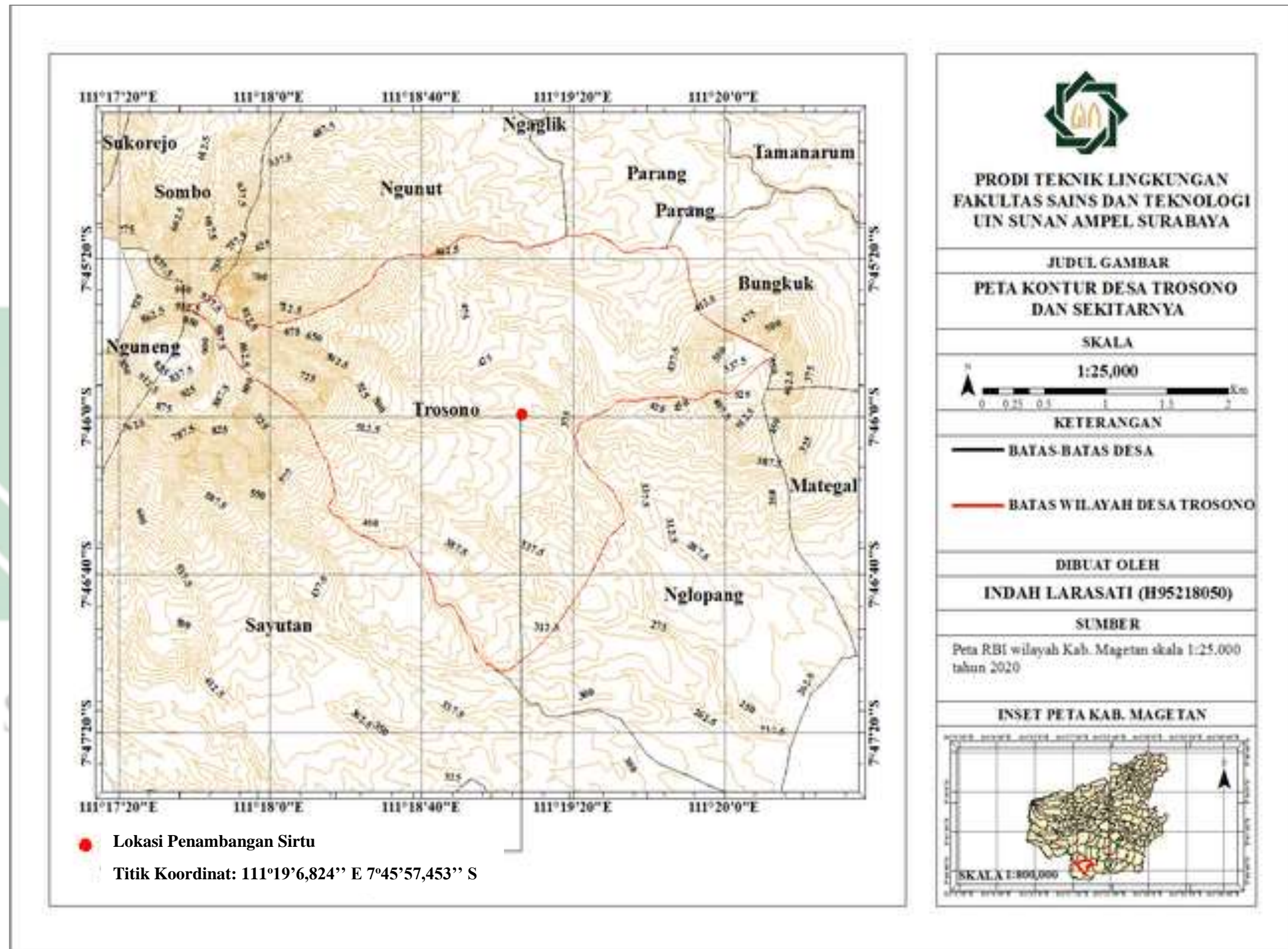
4.1.3 Kondisi Topografi

Wilayah Kecamatan Parang rata-rata berada pada ketinggian 359 meter di atas permukaan laut. Kecamatan Parang termasuk ke dalam tipe wilayah pegunungan dengan tanah kurang subur (kritis). Adapun kemiringan tanah di Kecamatan Parang digolongkan sesuai kelas kemiringan tanah Kabupaten Magetan sebagai berikut:

- a. Kemiringan 0-2 % berupa wilayah datar seluas 37.732,01 Ha atau sekitar 54,77 % dari total luas wilayah Kabupaten Magetan.
- b. Kemiringan 2-15% berupa wilayah landai seluas 10.199,40 Ha atau sekitar 14,81% dari total luas wilayah Kabupaten Magetan.
- c. Kemiringan 15-40 % berupa wilayah landai seluas 8.442,58 Ha atau sekitar 12,26 % dari total luas wilayah Kabupaten Magetan.
- d. Kemiringan 40 % berupa wilayah landai seluas 12.509,47 Ha atau sekitar 18,16% dari total luas wilayah Kabupaten Magetan.

Menurut data studi eksplorasi usaha pertambangan sirtu di Desa Trosono, diketahui elevasi tertinggi kondisi eksisting lokasi pertambangan yaitu 481 meter di atas permukaan laut. Elevasi terendah pada lokasi pertambangan yaitu 365 di atas permukaan laut. Peta topografi lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.4.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4. 4 Peta Kontur Desa Trosono dan Sekitarnya

Sumber: Hasil analisis, 2022

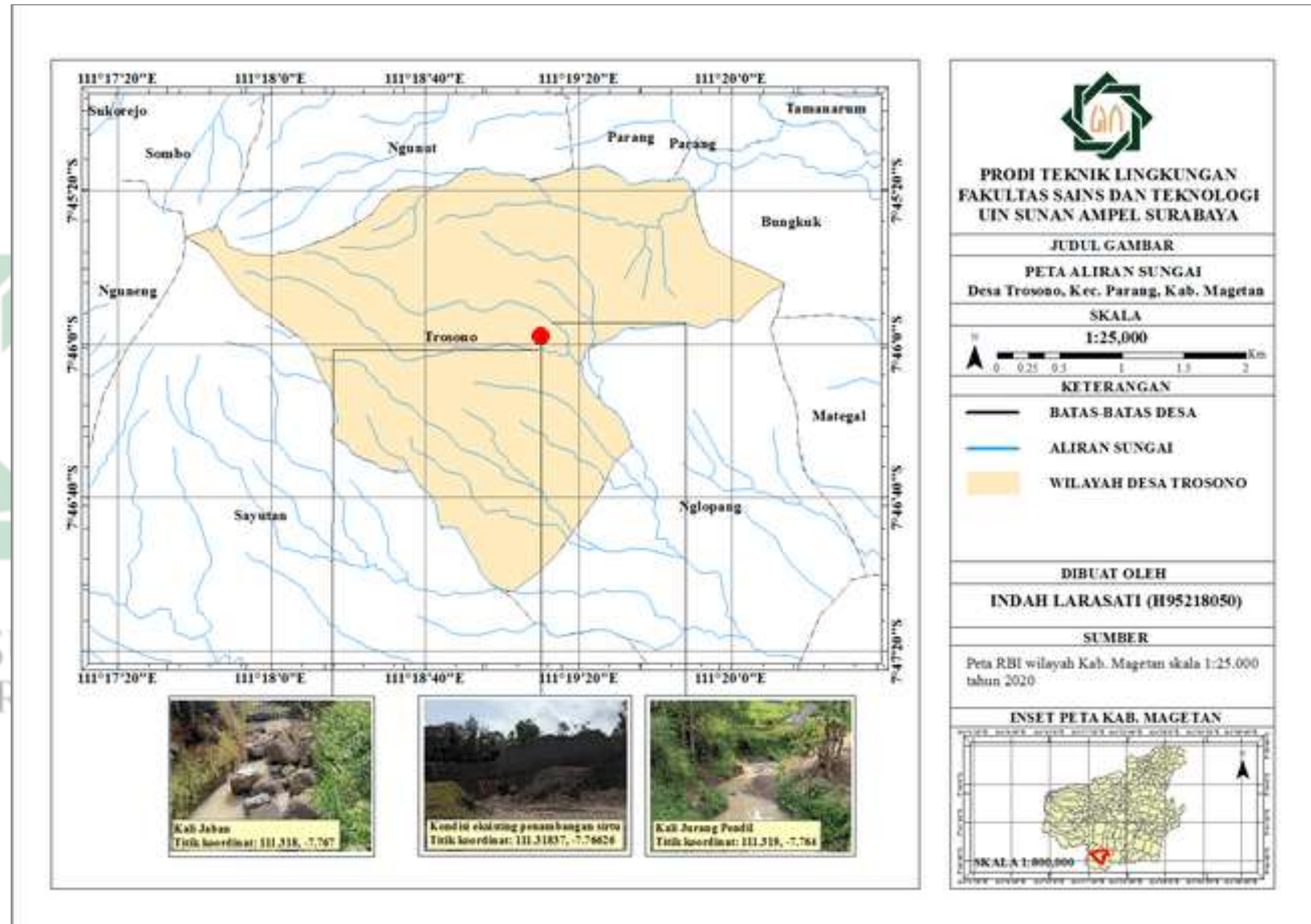
4.1.4 Kondisi Hidrogeologi

Kecamatan Poncol dan Parang merupakan wilayah yang hampir seluruh penduduknya tidak menggunakan sumur gali. Kedalaman yang harus dicapai untuk mendapatkan air tanah yaitu sekitar 27 meter dari ketinggian rata-rata wilayah Kecamatan Parang dan biasanya air akan kering pada musim kemarau. Sistem akuifer air tanah di daerah gunung api (vulkanik) pada umumnya terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu:

- a. Sistem akuifer dengan aliran tanah melalui ruang antar butir. Pada umumnya sistem akuifer jenis ini memiliki produktifitas sedang, penyebaran luas, keterusan rendah-tinggi, debit air sedang-tinggi.
- b. Sistem akuifer dengan aliran air melalui ruang antar butir dan rekahan. Pada umumnya sistem akuifer jenis ini banyak dijumpai pada lava atau breksi hasil kegiatan gunung api. Penyebaran akuifer terletak pada daerah puncak dan tubuh gunung api, keterusannya sedang-tinggi, debit air yang dihasilkan kecil-sedang.

Lokasi penambangan sirtu pada penelitian ini terletak di antara 2 (dua) sungai yaitu Kali Jurang Pendil dan Kali Jaban sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 4.3 di bawah ini.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4. 5 Peta Aliran Sungai di Desa Trosono dan Sekitarnya

Sumber: Hasil analisis, 2022

4.1.5 Kondisi Klimatologi

Keadaan iklim memengaruhi metode pengaturan bentuk lahan pada area bekas tambang. Iklim juga perlu diperhatikan dalam memilih jenis tanaman yang akan ditanam pada suatu wilayah (Kurniawan & Rauf, 2018). Data klimatologi yang digunakan sebagai pertimbangan dalam perencanaan reklamasi antara lain curah hujan, kelembaban udara, dan temperatur udara (Matovani, 2021). Kondisi iklim pada lokasi penelitian yang mana masih termasuk wilayah Kabupaten Magetan diuraikan sebagai berikut menurut data dari stasiun meteorologi Lanud Iswahjudi dan Dinas Pengairan Kabupaten Magetan.

A. Curah Hujan dan Jumlah Hari Hujan

Stasiun penakar hujan di Kabupaten Magetan tersebar di beberapa titik yang mana kegiatannya dikoordinasikan dengan Bidang Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Magetan. Adapun stasiun penakar hujan yang berada di sekitar lokasi penelitian yaitu Stasiun Parang dengan Nomor stasiun 31, Stasiun Poncol nomor stasiun 13, dan Stasiun Lembeyan nomor stasiun 32.

B. Temperatur Udara

Temperatur udara di Kabupaten Magetan rata-rata berkisar antara 25-29° C. Suhu rata-rata tertinggi yaitu 29,9° C dan suhu rata-rata terendah 25,5° C sebagaimana data pada lampiran 4.

C. Kelembaban Udara

Kelembaban udara di Kabupaten Magetan rata-rata berkisar antara 59-99 %. Suhu rata-rata tertinggi yaitu 99% dan suhu rata-rata terendah 99% sebagaimana data pada lampiran 4.

4.2 Pertambangan Sirtu di Desa Trosono

Gambaran umum usaha pertambangan sirtu di Desa Trosono Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan dapat dilihat sebagai berikut:

4.2.1 Status Perizinan

Usaha pertambangan sirtu yang menjadi objek penelitian ini merupakan usaha perorangan di Dusun Glagahombo Desa Trosono Kecamatan Parang Kabupaten Magetan. Lokasi ini tercatat dalam WIUP dari Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor: P2T/66/15.19/IX/2015 Tentang Persetujuan Wilayah Izin Usaha Pertambangan pada 10 September 2015 dengan kode WIUPN 22 35 20 5 40 2015 004. Pada tahun 2021 dilakukan perpanjangan izin usaha pertambangan untuk periode kedua.

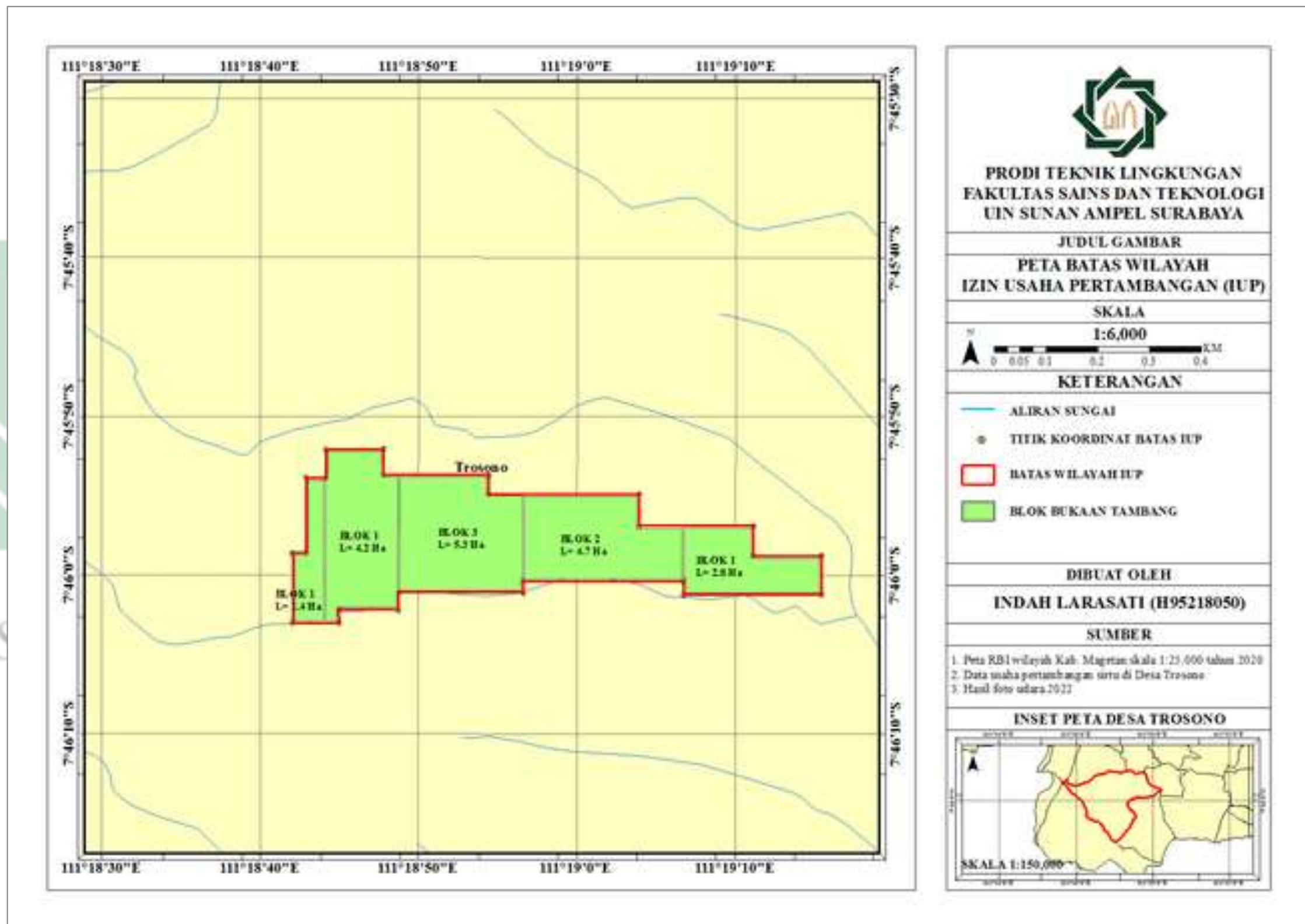
Melalui keputusan Menteri Investasi, Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) Izin usaha pertambangan ini telah diperbarui dengan nomor 1087/I/IUP/PMDN/2021. Status lahan pada area penambangan sirtu ini sebagian besar adalah milik pengusaha pertambangan dan sebagian kecilnya milik orang lain yang telah sepakat untuk bekerjasama dengan pemegang IUP.

4.2.2 Luas Wilayah

Luas area penambangan berdasarkan WIUP yaitu seluas 18,46 Ha dengan komoditas kerikil berpasir alami (sirtu). Area penambangan ini dibagi menjadi 5 bukaan tambang (pit). Luas masing-masing bukaan tambang adalah sebagai berikut:

- a. Blok 1 seluas 2,8 Ha
- b. Blok 2 seluas 4,7 Ha
- c. Blok 3 seluas 5,3 Ha
- d. Blok 4 seluas 4,2 Ha
- e. Blok 5 seluas 1,4 Ha

Peta lokasi penambangan sirtu dengan pembagian masing-masing blok bukaan tambang dapat dilihat pada gambar 4.4

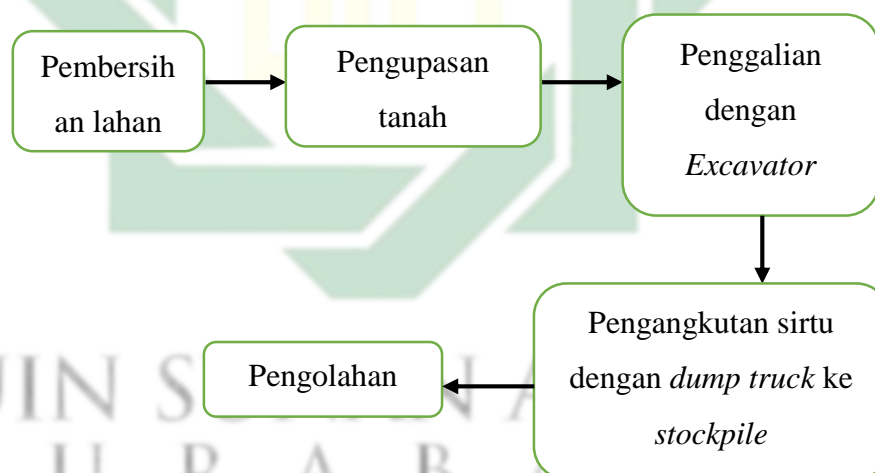


Gambar 4.6 Peta Batas Wilayah Izin Usaha Pertambangan

Sumber: Hasil analisis, 2022

4.2.3 Kondisi Eksisting Lahan Bekas Penambangan Sirtu dan Kemajuan Tambang

Metode penambangan sirtu yang digunakan ini adalah metode pertambangan terbuka. Kegiatan penambangan didahului dengan pembersihan lahan (*land clearing*) guna membersihkan tanaman dan pepohonan pada permukaan lahan. Tahap selanjutnya dilakukan pengupasan tanah penutup (*Overburden*) dengan ketebalan tertentu. Setelah tanah penutup dipindahkan, tahap berikutnya yaitu penggalian sirtu atau kerikil berpasir alami. Pembukaan lahan dilakukan menggunakan *bulldozer* CAT, penggalian sirtu menggunakan *Excavator* PC 200 dan pengangkutan material menggunakan *dump truck* HD Hino CWA. Bahan galian sirtu yang telah dipindahkan ke *dump truck* kemudian diangkut menuju tempat pencucian dan didistribusikan pada konsumen.



Gambar 4.7 Tahapan Penambangan Sirtu

Sumber: Hasil analisis, 2022

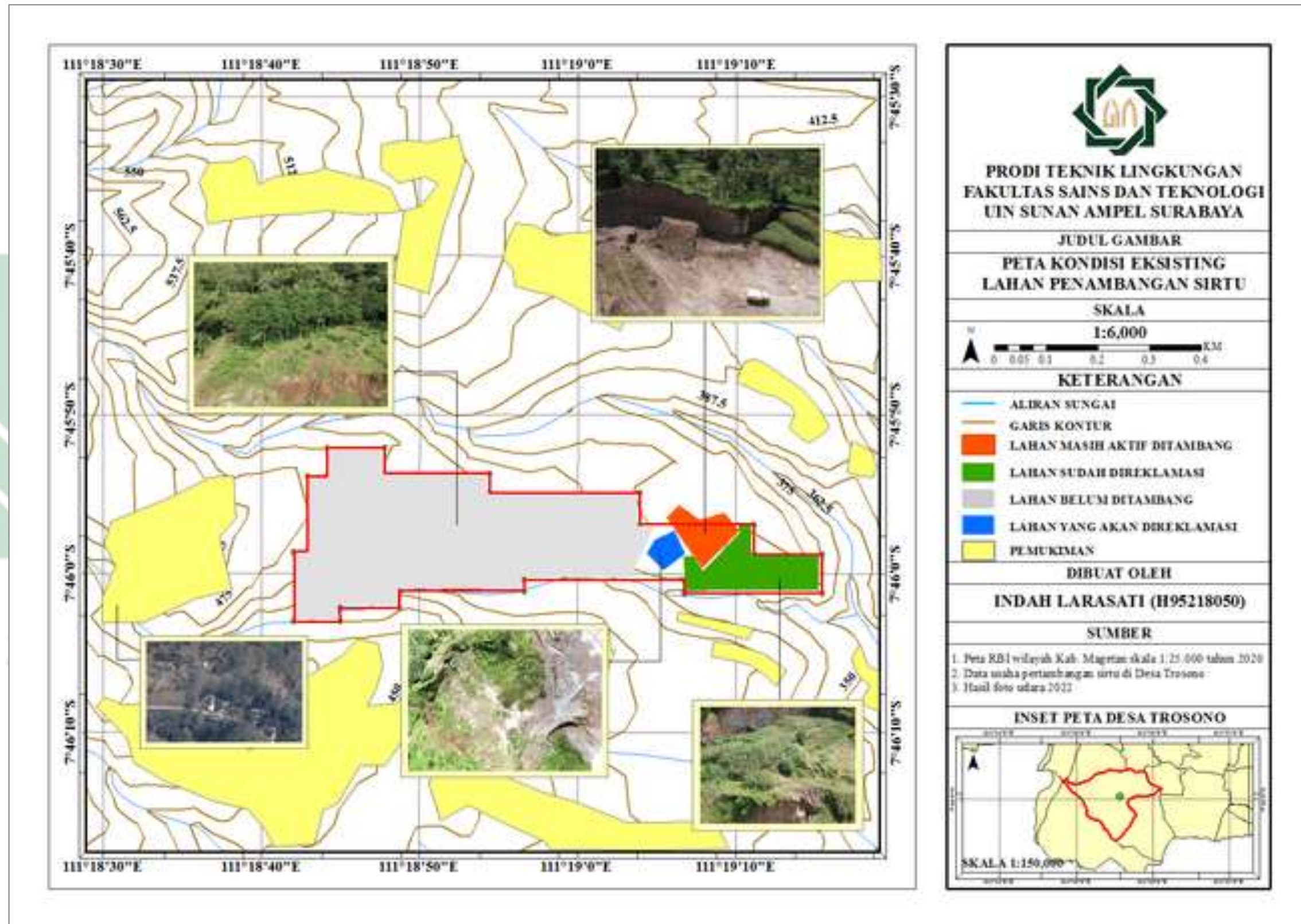
Berdasarkan data rencana kegiatan pertambangan, kegiatan penambangan sirtu dilakukan secara berjenjang dari *bottom to top*. Penambangan berjenjang dilakukan dengan mengambil bagian terbawah menuju bagian dengan elevasi yang lebih tinggi. *Front* tambang pada lokasi ini dimulai dari blok 1 dengan elevasi kurang lebih 365 mdpl yang merupakan elevasi terendah. Selanjutnya

penggalian dilakukan secara berjenjang ke arah barat hingga mencapai lantai tambang tertinggi pada elevasi kurang lebih 380 mdpl. Kegiatan penambangan yang dilakukan pada wilayah izin usaha pertambangan di dusun Glagahombo sudah mencapai kurang lebih 2 hektar yaitu pada blok 1.

Pada tahap survey lapangan, diketahui bahwa tanah pucuk yang dikupas pada awal kegiatan penambangan diletakkan di sekitar galian secara langsung. Lokasi penempatan top soil yang dimaksud merupakan lahan terbuka bekas galian tambang dan tanpa ada penutup di atasnya. Ketebalan tanah pucuk yang diambil dan disimpan berkisar pada 20-25 cm.

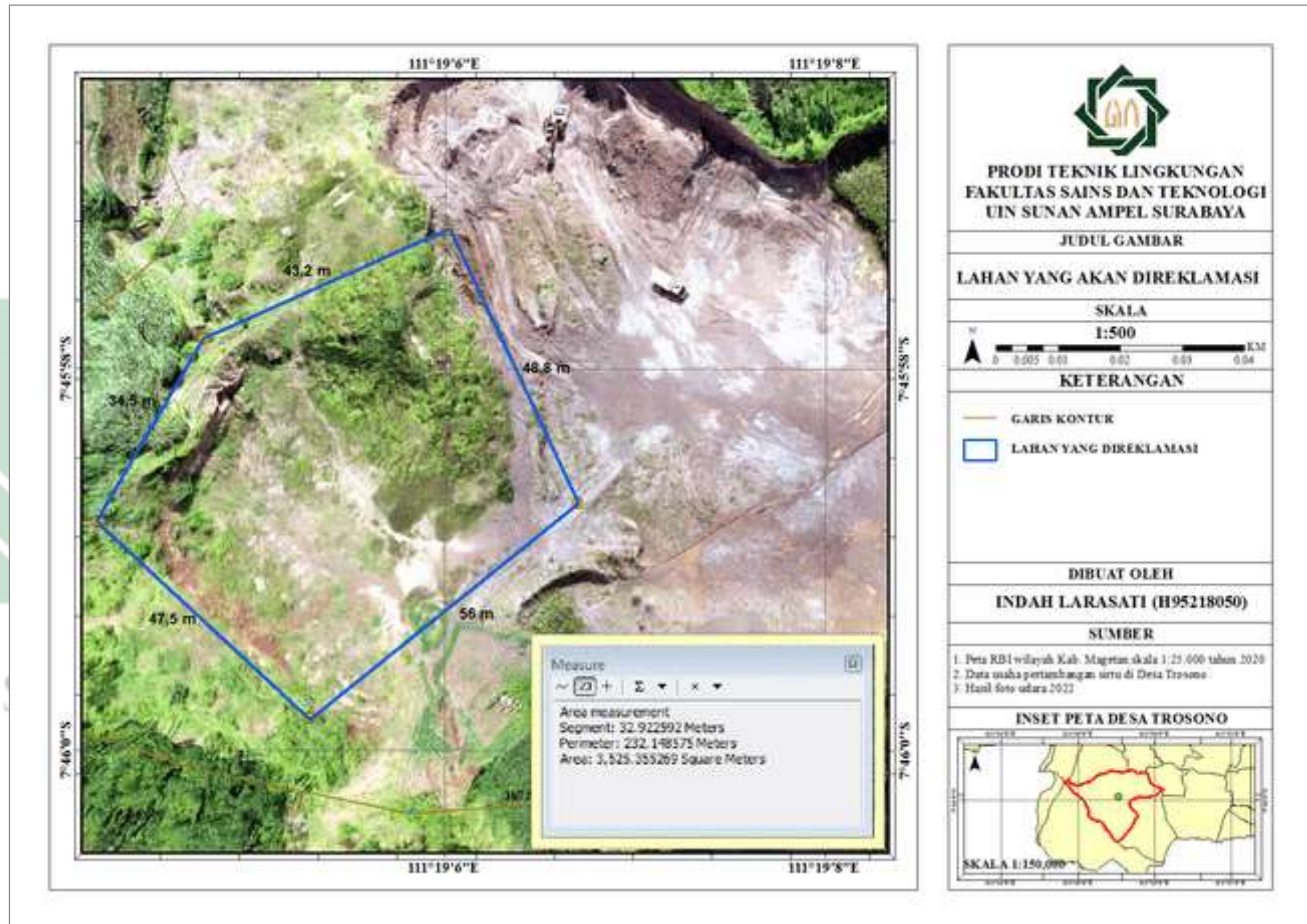
Lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono ini berupa hamparan tanah dengan elevasi yang lebih rendah dari tanah di sekelilingnya. Pada sekeliling lahan bekas penambangan terdapat sisa-sisa tebing dengan ketinggian yang beragam sekitar 1,5 meter hingga 9,5 meter. Kondisi eksisting lokasi penambangan sirtu di Desa Trosono disajikan dalam gambar 4.7. Adapun gambar 4.8 merupakan lahan yang akan direncanakan kegiatan reklamasi.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4.8 Peta Kondisi Lahan Penambangan Sirtu di Desa Trosono

Sumber: Hasil analisis, 2022



Gambar 4.9 Lahan yang Akan Direklamasi

Sumber: Hasil analisis, 2022

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kerusakan lahan bekas penambangan sirtu dilakukan untuk menentukan kesesuaian lahan sebagai kawasan hutan dan perkebunan. Selain itu, dalam menentukan jenis tanaman yang akan ditanam pada area bekas penambangan sirtu dilakukan juga evaluasi kesesuaian lahan yang mengacu pada panduan evaluasi kesesuaian lahan pertanian dan perkebunan (Ritung dkk., 2011). Data yang diperoleh dan hasil analisis tersebut dijabarkan dalam penjelasan pada bab ini.





5.1 Evaluasi Kriteria Kerusakan Lahan Bekas Tambang


Dengan mengacu pada lampiran Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010, evaluasi kriteria kerusakan lahan dilakukan berdasarkan analisis sifat fisik dan hayati lingkungan yaitu aspek topografi, aspek tanah, dan aspek vegetasi. Analisis sifat fisik dan hayati pada lokasi penelitian yang peruntukan lahannya sebagai kawasan hutan dan perkebunan disajikan pada tabel 5.1 sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Evaluasi Kriteria Kerusakan Lahan Bekas Tambang

No.	Aspek Sifat Fisik dan Hayati Lingkungan	Kondisi Eksisting	Standar yang Ditentukan	Ket.
ASPEK TOPOGRAFI				
1	Lubang Galian			
	a. Kedalaman	9,5 meter	Sesuai surat IUP	Sudah sesuai
	b. Jarak terhadap batas izin usaha pertambangan (bahan galian lepas)	Jarak galian dengan permukiman terdekat kurang lebih 60 meter.	Minimal 5 meter dari batas SIPD	Sudah sesuai



2 Dasar Galian			
a. Perbedaan Relief dasar galian	1,2 meter 	Maksimal 1,5 meter	Sudah sesuai
b. Kemiringan dasar galian	Kurang lebih 90° 	Maksimal 8% (28,8°)	Belum sesuai
3 Dinding Galian			
a. Tinggi tebing (bahan galian lepas dengan alat Chamshell, Gragline, Bucket wheel, Excavator)	9,5 meter 	Maksimal 15 meter	Sudah sesuai
b. Lebar antar teras	9 meter	Minimal 6 meter	Sudah sesuai
ASPEK TANAH			
Tanah yang dikembalikan untuk lahan perbukitan	20 cm (Berdasarkan wawancara) 	Minimal 50 cm	Belum sesuai

ASPEK VEGETASI			
1	Tutupan tanaman tahunan kayu	Hampir 100%	50% tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan Sudah sesuai
			
TOTAL NILAI		$N = \frac{6}{8} \times 100 = 75$	
KESIMPULAN HASIL ANALISIS		75% Sesuai untuk lahan hutan dan perkebunan	

Sumber: Hasil analisis, 2022

5.1.1 Aspek Topografi

Data topografi diperoleh dengan metode survey dan pemetaan lapangan. Indikator daya dukung lahan bekas penambangan yang digunakan dalam evaluasi aspek topografi yaitu lubang galian, dasar galian dan dinding galian.

A. Lubang Galian

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, diketahui kedalaman lubang galian pada lahan bekas penambangan sirtu berkisar pada 9 meter hingga 9,5 meter. Adanya perbedaan kedalaman lubang galian disebabkan oleh elevasi awal lokasi pertambangan yang berupa perbukitan. Kedalaman ini masih memenuhi kriteria yang ditentukan yaitu maksimal 15 meter.

Selain kedalaman galian, jarak titik terluar lubang galian dengan batas Surat Izin Penambangan Daerah (SIPD) juga perlu diperhatikan. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010, yang

dimaksud jarak dalam pembahasan ini merupakan zona penyangga agar lahan di luar batas SIPD tidak terganggu oleh kegiatan penambangan. Dengan kata lain, batas jarak yang ditentukan dalam peraturan ini merupakan jarak yang membatasi antara lokasi pertambangan bahan galian C dengan lokasi dimana terdapat kegiatan masyarakat. Berdasarkan hasil analisis dan pemetaan lapangan, diketahui jarak antara lokasi pertambangan sirtu di Desa Trosono dengan pemukiman terdekat sebesar 60 meter. Kondisi ini sudah sesuai dengan kriteria kawasan hutan dan perkebunan yang mana dalam Peraturan Gubernur Nomor 62 tahun 2010 ditetapkan minimal sebesar 5 meter untuk pertambangan bahan galian lepas.

B. Dasar galian

Dari hasil survey dan pengukuran di lapangan diketahui tinggi relief galian diukur dari dasarnya setinggi 1,2 meter sedangkan batas maksimal yang ditentukan setinggi 1,5 meter. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan lahan masih memenuhi kriteria untuk kawasan hutan dan perkebunan.

Kriteria yang ditentukan untuk kemiringan dasar galian yaitu maksimal 8% atau sekitar $28,8^\circ$. Sebagian besar galian pada lahan bekas penambangan ini meninggalkan tebing yang terjal dengan kemiringan pada bagian dasarnya mendekati 90° . Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, maka diketahui bahwa kemiringan dasar galian pada lahan bekas penambangan sirtu ini belum memenuhi kriteria kawasan hutan dan perkebunan. Oleh karena itu, dalam perencanaan pengolahan lahan bekas tambang atau reklamasinya perlu ditentukan penataan lahan yang sesuai.

C. Dinding galian

Penambangan sirtu yang merupakan salah satu jenis bahan galian lepas pada lokasi penelitian ini dilakukan menggunakan excavator. Tinggi tebing bekas galian ditetapkan maksimal setinggi 15 meter. Hasil pengukuran lapangan dengan meteran menunjukkan ketinggian tebing yang peling terjal yaitu 9,5 meter. Berdasarkan hal ini, maka kondisi ini masih memenuhi kriteria yang ditentukan. Adapun jarak antar tebing pada lahan bekas tambang terbuka ditetapkan minimal sebesar 6 meter. Hasil

pengukuran di lapangan, diketahui lebar teras atau jarak antar tebing sebesar 9 meter sehingga masih memenuhi kriteria kawasan hutan dan perkebunan.

5.1.2 Aspek Tanah

Aspek tanah yang diamati dalam evaluasi kriteria kerusakan lahan ini yaitu ketebalan tanah urugan. Untuk lahan perbukitan, ketebalan tanah yang dikembalikan minimal setebal 60 cm. Tujuan dikembalikannya tanah pada lahan bekas tambang ternuka yaitu untuk menutup lubang galian dan mengembalikan topografi yang berubah. Adapun hasil pengamatan dan wawancara dengan petugas di lapangan, diketahui bahwa tanah yang dikembalikan ke lahan bekas tambang terbuka setebal 20 cm hingga 25 cm sehingga belum memenuhi kriteria lahan.

5.1.3 Aspek Vegetasi

Menurut peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010, tanaman yang tumbuh di seluruh lahan penambangan ditetapkan minimal sebanyak 50%. Yang dimaksud jumlah tanaman di sini adalah tumbuhan yang ditanam pada kegiatan reklamasi lahan bekas tambang. Hasil pengamatan di lapangan dan pengambilan foto udara menunjukkan bahwa vegetasi yang ditanam pada lahan bekas penambangan sirtu ini dapat tumbuh dengan baik dan hampir seluruhnya (100%).



Gambar 5. 1 Contoh Vegetasi pada Lahan Bekas Tambang

5.1.4 Hasil Evaluasi Kriteria Kerusakan Lahan

Berdasarkan analisis pada tabel 5.1 di atas, didapatkan penilaian kriteria kerusakan lahan bekas sebesar 75%. Terdapat 2 aspek yang belum sesuai dengan kriteria lahan untuk kawasan hutan dan perkebunan yaitu kemiringan dasar galian dan jumlah tanah yang dikembalikan. Kondisi tersebut dapat direkayasa dan disesuaikan menurut kriteria kawasan hutan dan perkebunan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mengatur dan memantau proses penambangan sirtu yang dilakukan oleh operator di lapangan kemudian memberikan pengarahan dengan baik.
- b. Mengatur geometri sudut lereng dan disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku.
- c. Menambahkan jumlah tanah yang dikembalikan pada lahan bekas penambangan sirtu sesuai syarat yang ditentukan untuk kawasan hutan dan perkebunan.

5.2 Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Tambang

Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Magetan Nomor 15 tahun 2012, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan termasuk wilayah yang diperuntukkan sebagai kawasan hutan produksi. Ditinjau dari peta Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kecamatan Parang, Desa Trosono merupakan wilayah dengan peruntukkan daerah tegalan atau perkebunan. Oleh karena itu, lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan direncanakan akan direklamasi sesuai peruntukannya yaitu area hutan produksi dan perkebunan dengan tahap-tahap reklamasi mengacu pada Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827K/30/MEM/2018. Perencanaan reklamasi dilakukan dengan memerhatikan hasil evaluasi kerusakan lahan bekas penambangan dan hasil evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman sengon dan jahe.

5.2.1 Hasil Evaluasi Kesesuaian Lahan

A. Evaluasi Kesesuaian Lahan

Parameter yang digunakan dalam evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman sengon dan jahe meliputi: temperatur, ketersediaan air, media

perakaran, retensi hara, dan hara tersedia. Parameter temperatur dan ketersediaan air dianalisis berdasarkan data sekunder yang dikumpulkan dari instansi penyedia data terkait. Parameter media perakaran dianalisis berdasarkan hasil pengamatan, pengukuran, dan survey lapangan. Adapun parameter retensi hara dan hara tersedia, analisis kesesuaiannya dilakukan berdasarkan hasil pengujian di laboratorium. Gambar 5.2 menunjukkan lokasi pengambilan dan pengamatan sampel tanah. Satuan lahan 1 merupakan lahan yang berada di dalam area perencanaan sebelum ditambahkan tanah urug dan tanah penutup. Satuan lahan dua merupakan lahan bekas penambangan yang sudah dikembalikan tanah penutupnya. Adapun hasil analisis pada setiap parameter kesesuaian lahan untuk tanaman sengon dan jahe disajikan dalam tabel 5.2 dan tabel 5.3.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 5. 2 Lokasi Pengambilan dan Pengamatan Sampel Tanah

Sumber: Hasil analisis, 2022

Tabel 5.2 Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Sengon

Persyaratan penggunaan/karakteristik lahan	Satuan Lahan 1		Satuan Lahan 2	
	Hasil analisis	Kelas kesesuaian lahan	Hasil analisis	Kelas kesesuaian lahan
Temperatur (tc)				
Temperatur rata-rata (°C)	25,5-29,9	S1	25,5-29,9	S1
Ketersediaan air (wa)				
Curah hujan (mm)	997-3610	S2	997-3610	S2
Bulan kering LGP	1-6	S2	1-6	S2
Ketersediaan oksigen (oa)				
Drainase	Terhambat	N	Agak cepat	S1
Media perakaran (rc)				
Tekstur	Agak kasar	S2	Sedang	S1
Retensi hara (nr)				
KTK tanah (cmol)	16,49	S1	14,50	S2
pH H ₂ O	7,32	S2	7,22	S2
C-organik (%)	0,29	S2	1,59	S1
Hara tersedia (na)				
N total (%)	0,09	S2	0,17	S1
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	7,24	S2	42,19	S1
K ₂ O (mg/100 g)	0,24	S2	0,98	S1

Sumber: Hasil analisis, 2022

Tabel 5.3 Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Jahe

Persyaratan penggunaan/karakteristik lahan	Satuan Lahan 1		Satuan Lahan 2	
	Hasil analisis	Kelas kesesuaian lahan	Hasil analisis	Kelas kesesuaian lahan
Temperatur (tc)				
Temperatur rata-rata (°C)	25,5-29,9	S1	25,5-29,9	S1
Ketersediaan air (wa)				
Curah hujan (mm)	997-3610	S2	997-3610	S2
Bulan kering LGP	1-6	N	1-6	N
Ketersediaan oksigen (oa)				
Drainase	Terhambat	N	Agak cepat	S3
Media perakaran (rc)				
Tekstur	Agak kasar	S1	Sedang	S1
Retensi hara (nr)				
KTK tanah (cmol)	16,49	S1	14,50	S2
pH H ₂ O	7,32	S2	7,22	S2
C-organik (%)	0,29	S2	1,59	S1
Hara tersedia (na)				
N total (%)	0,09	S2	0,17	S1
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	7,24	S2	42,19	S1
K ₂ O (mg/100 g)	0,24	S2	0,98	S1

Sumber: Hasil analisis, 2022

1) Temperatur

Menurut (Ritung dkk., 2011), temperatur pada lahan yang dianalisis ditentukan oleh temperatur tahunan atau temperatur pada musim tanam. Dengan mengolah data temperatur udara pada tabel 4.5, didapatkan nilai temperatur rata-rata tahunan untuk wilayah Kabupaten Magetan antara 26° C hingga 27° C.

Tabel 5.4 Temperatur Udara di Kabupaten Magetan Periode Tahun 2012-2021

Bulan	Tahun									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	25.7	25.9	25.5	26.3	27.2	26.2	25.9	26.4	26.8	26.2
Februari	26.59	26.3	25.9	26.1	26.3	26.2	25.9	26.3	26.3	25.9
Maret	26.4	26.6	26.5	26.2	27.4	26.4	26.7	26.3	27	26.1
April	26.79	27	26.8	26.2	27.5	27	27.5	27.2	27.5	27
Mei	26.8	27	27.7	26.7	27.9	27.5	27.7	27.7	27.5	27.6
Juni	26.4	26.6	27.3	26.8	26.8	27	27	26.5	26.9	26.9
Juli	26.1	26.1	26.5	26.3	26.9	26.5	26.3	26	26.8	26.4
Agustus	26.2	26.5	26.7	26.6	26.8	26.8	26.5	26.6	27.3	27.3
September	27.5	27.4	27.1	27.5	27.2	27.7	27.8	27.4	28.4	27.6
Oktober	29	28.8	29.1	29.2	27.2	28.5	29.2	29.5	28.3	28.5
November	28.3	27.6	28.4	29.3	27.1	26.8	28.4	29.9	28.1	27
Desember	26.7	26.3	26.9	27.3	26.8	26.8	27.5	27.8	26.6	26.9

Sumber: Stasiun Meteorologi TNI AU Lanud Iswahjudi

2) Ketersediaan Air

Ketersediaan air pada lahan ditentukan oleh curah hujan tahunan dan curah hujan pada masa pertumbuhan tanaman. Curah hujan tahunan dapat dihitung dengan menjumlahkan nilai curah hujan setiap bulan per tahun. Berdasarkan operasi hitung tersebut, diketahui curah hujan tahunan untuk wilayah Kecamatan Parang berkisar pada 997-3610 mm/tahun. Data curah hujan dan jumlah hari hujan berdasarkan pencatatan di tiga stasiun penakar tersebut disajikan pada tabel 5.1, tabel 5.2, dan tabel 5.3. Pada tabel di bawah ini, CH menunjukkan nilai curah hujan per bulan dengan satuan millimeter (mm), HH merupakan banyaknya hari hujan dalam satu bulannya.

Tabel 5. 5 Curah Hujan dan Jumlah Hari Hujan Stasiun Parang tahun 2012-2021

Bulan	Tahun																			
	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH
Januari	259	9	323	20	353	15	163	7	278	12	466	13	406	16	235	16	163	11	269	11
Februari	111	5	324	13	203	12	430	15	650	17	285	14	176	40	274	12	563	15	337	15
Maret	173	5	279	11	306	11	458	18	292	12	264	8	332	11	239	11	171	11	381	12
April	166	6	203	9	237	9	501	17	505	15	372	11	160	6	129	8	195	11	331	8
Mei	120	3	279	12	155	6	50	2	185	12	86	3	25	1	-	-	195	11	11	2
Juni	-	-	192	9	168	2	-	-	152	6	125	5	-	-	-	-	-	-	129	6
Juli	-	-	70	4	59	2	-	-	45	3	36	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Agustus	-	-	-	-	-	-	-	-	279	8	-	-	-	-	-	-	11	1	-	-
September	-	-	-	-	-	-	-	-	241	7	108	4	-	-	-	-	33	1	-	-
Oktober	-	-	-	-	-	-	-	-	248	9	108	4	-	-	-	-	97	3	25	2
November	155	7	167	9	303	10	123	5	532	16	108	4	311	8	10	1	228	8	334	14
Desember	13	3	316	13	418	11	261	12	203	6	108	4	143	11	207	12	328	14	131	14

Sumber: Bidang Sumber Daya Air Dinas PUPR Magetan, 2022

Wilayah Kabupaten Magetan merupakan wilayah yang termasuk beriklim tropis dimana terdapat dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Musim hujan umumnya berlangsung pada bulan November-Mei sedangkan musim kemarau pada bulan Juni-Oktober sebagaimana tabel 5.3 hingga 5.5 di atas. Jumlah bulan kering di wilayah Kecamatan Parang berdasarkan data hari hujan tahun 2012 hingga 2021 sebanyak 1-6 bulan/tahun yaitu bulan diantara Mei hingga Oktober. Bulan dengan jumlah hari hujan paling sedikit yaitu bulan Juli hingga Oktober.

3) Kelembaban udara

Kelembaban udara merupakan kadar uap air di udara dan disebut juga sebagai tingkat kebasahan udara suatu wilayah. Kelembaban udara dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Data kelembaban udara di wilayah Kabupaten Magetan dapat dilihat pada tabel 4.6. Berdasarkan tabel tersebut, diketahui kelembaban udara rata-rata berkisar pada 73,25% hingga 84,42%.

Tabel 5. 6 Kelembaban Udara di Kabupaten Magetan Periode Tahun 2012-2021

Bulan	Tahun									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	86	86	86.9	90	86	87	88	86	89	87
Februari	81	85	86	91	89	87	86	86	90	88
Maret	80	84	84	89	85	86	82	85	86	89
April	79	83	83	87	85	84	80	82	85	87
Mei	76	83	80	80	85	77	73	74	82	85
Juni	71	83	78	73	84	77	72	71	78	87
Juli	65	77	74	71	81	73	67	70	71	81
Agustus	62	66	67	68	77	68	64	66	71	79
September	59	61	63	63	80	70	62	65	67	78
Oktober	62	62	59	99	83	73	60	66	73	76
November	74	74	76	71	84	80	77	69	78	88
Desember	84	82	88	84	85	84	79	84	84	88
Rata-rata	73.25	77.17	77.08	80.5	83.67	78.83	74.17	75.33	79.5	84.42

Sumber: Stasiun Meteorologi TNI AU Lanud Iswahjudi

4) Media Perakaran

a. Kelas Drainase Tanah

Ketersediaan oksigen pada lahan dianalisis berdasarkan kelas drainase tanah seperti yang disebutkan pada uraian di bab 3. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis di lapangan, diketahui kondisi tanah yang ada di lokasi penelitian memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Titik 1

- a) Kemampuan mengalirkan air (konduktivitas hidrolik) tinggi dibuktikan dengan tidak adanya genangan pada titik pengamatan.
- b) Daya menahan air relatif rendah
- c) Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, warna tanah homogen tanpa bercak.

2. Titik 2

- a) Kemampuan mengalirkan air (konduktivitas hidrolik) tinggi dibuktikan dengan tidak adanya genangan pada titik pengamatan.
- b) Daya menahan air relative rendah
- c) Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, warna tanah homogen tanpa bercak.

b. Tekstur Tanah

Penentuan teksturtanah dilakukan secara langsung di lapangan dengan cara mengambil sampel tanah kemudian diamati sifat fisiknya. Sampel tanah dibentuk menjadi bola dan gulungan menggunakan telapak tangan dan diidentifikasi sifat gulungan yang terbentuk. Berdasarkan hasil penentuan tekstur tanah di lapangan, diketahui tanah di lokasi penelitian memiliki tekstur sebagai berikut:

1. Titik 1

Tanah pada lokasi pengambilan pertama merupakan tanah dengan kelas tekstur liat berpasir dengan ciri-ciri: terasa

licin dan agak kasar, dapat dibentuk menjadi bola dalam keadaan kering, mudah digulung, melekat, tetapi sulit dipilin.

2. Titik 2

Tanah pada lokasi pengambilan pertama merupakan tanah dengan kelas tekstur liat berpasir dengan ciri-ciri: terasa licin dan agak kasar, dapat dibentuk menjadi bola dalam keadaan kering, mudah digulung, melekat, tetapi sulit dipilin.

5) Retensi Hara

a. pH H₂O

Nilai pH H₂O berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui sebesar 7,32 untuk satuan lahan 1 sedangkan satuan lahan 2 diketahui memiliki nilai pH H₂O sebesar 7,22. Meninjau dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman sengon, satuan lahan satu dan dua digolongkan ke dalam kelas lahan S2. Besarnya pH H₂O hasil analisis sampel tanah pada satuan lahan satu dan dua masih termasuk pH tanah netral di mana kondisi ini menunjang ketersediaan unsur hara tanah (Kusuma & Yanti, 2021).

b. KTK Tanah (cmol)

Nilai KTK tanah berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui sebesar 16,49 untuk satuan lahan 1. Satuan lahan 2 diketahui memiliki nilai KTK tanah sebesar 14,50. Meninjau dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman sengon, satuan lahan satu digolongkan ke dalam kelas lahan S1 dan satuan lahan dua digolongkan ke dalam kelas lahan S2. Adapun evaluasi kesesuaian pada tanaman jahe, satuan lahan satu termasuk pada kelas S1 dan satuan lahan dua termasuk kelas S2.

c. C-Organik (%)

Nilai C-organik berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui sebesar 0,29 untuk satuan lahan 1 yang berada di dalam area penambangan. Satuan lahan dua atau lahan di luar penambangan diketahui memiliki C-Organik sebesar 1,59. Meninjau dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman sengon dan jahe,

satuan lahan satu digolongkan ke dalam kelas S2 dan dua digolongkan ke dalam kelas lahan S1.

6) Hara Tersedia

a. N Total (%)

Nilai N total berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui sebesar 0,09 untuk satuan lahan 1 yang berada di dalam area perencanaan. Satuan lahan dua diketahui memiliki N total sebesar 0,17. Meninjau dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman sengon, satuan lahan satu dan dua digolongkan ke dalam kelas lahan S2.

b. P₂O₅ (mg/100 g)

Nilai berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui sebesar P₂O₅ 7,24 untuk satuan lahan 1 sedangkan satuan lahan 2 diketahui memiliki P₂O₅ sebesar 42,19. Meninjau dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman sengon, satuan lahan satu dan dua digolongkan ke dalam kelas lahan S2.

c. K₂O (mg/100 g)

Nilai K₂O berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui sebesar 0,24 untuk satuan lahan 1 dan satuan lahan 2 memiliki K₂O sebesar 0,98. Meninjau dengan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman sengon, satuan lahan satu dan dua digolongkan ke dalam kelas lahan S2.

Tahapan reklamasi lahan bekas penambangan yang direncanakan meliputi persiapan lahan, penatagunaan lahan, revegetasi, dan pemeliharaan tanaman. Arah dan rencana reklamasi lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan diuraikan sebagai berikut:

5.2.2 Persiapan Lahan

Persiapan lahan yang dilakukan dalam kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan meliputi:

- a. Pemindahan dan pembersihan sarana prasarana yang sudah tidak digunakan pada lahan bekas penambangan sirtu
- b. Pengamanan sampah yang sifatnya mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3)
- c. Penutupan dan pelarangan akses pihak yang tidak memiliki kepentingan untuk masuk ke dalam lahan bekas penambangan sirtu.

5.2.3 Penatagunaan Lahan

Penatagunaan lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan terdiri dari penataan permukaan lahan, penataan tanah zona pengakaran, dan pengendalian erosi. Rencana penatagunaan lahan dalam kegiatan reklamasi diuraikan sebagai berikut:

A. Penataan Lahan

Penataan lahan pada lahan bekas penambangan sirtu direncanakan meliputi pengaturan geometri lereng sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010 dan pembuatan terasering. Penataan lereng dan pembuatan terasering dimaksudkan untuk memperkecil angka erosi tanah akibat kegiatan penambangan. Sirtu termasuk bahan galian industri yang berkaitan dengan endapan residu dan letakan dan batuan di sekitar area penambangannya masih tergolong jenis batuan sedimen lepas (S.U, 2016). Kondisi lahan sebelum dilakukan penataan ditunjukkan pada gambar 5.2 di bawah ini:



Gambar 5.3 Kondisi Lahan Bekas Tambang Sebelum Penataan

Diketahui dari hasil pengukuran lapangan, tebing tertinggi pada lahan yang akan direklamasi setinggi 9,5 meter dan luas lahan yang akan direklamasi yaitu seluas 3.525 m². Gambar 5.2 di bawah ini menunjukkan kondisi eksisting tebing dan galian pada lokasi penambangan sirtu yang akan di reklamasi.

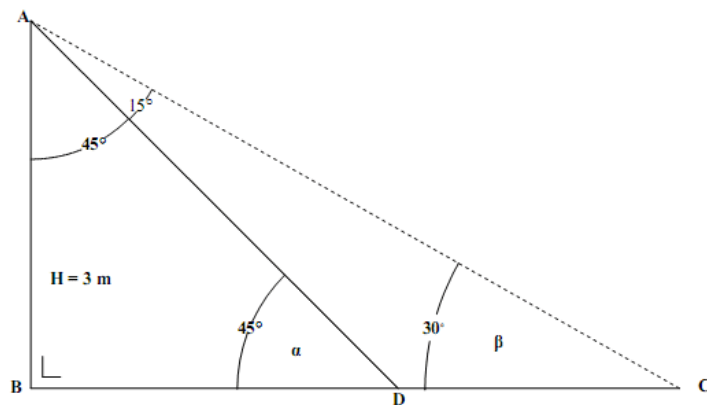


Gambar 5.4 Kondisi tebing dan galian pada lahan perencanaan

Mengacu pada ketentuan sudut lereng akhir penambangan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010, pengaturan lereng dan pembuatan terasering pada lahan bekas penambangan sirtu (jenis batuan sedimen lepas) ditetapkan sebagai berikut:

- 1) Sudut teras penambangan 45°
- 2) Sudut lereng akhir penambangan 30°
- 3) Kemiringan lantai penggalian 2-3°
- 4) Tinggi teras/jenjang 3 meter

Dengan menerapkan ketentuan pengaturan geometri lereng sebagaimana uraian di atas, maka dapat dihitung lebar setiap teras lereng berdasarkan *theorema phytagoras* sebagai berikut:



Gambar 5.5 Permodelan Bentuk Lereng dengan Bangun Segitiga Siku-siku
Sumber: Hasil analisis, 2022

Pada gambar di atas terdapat 2 segitiga siku-siku yaitu segitiga ABC dan segitiga ABD. Untuk menghitung nilai BD dan BC, dapat digunakan rumus tangen sudut α dan β . Kedua sudut tersebut merupakan sudut istimewa dalam trigonometri yang sudah diketahui nilainya, sehingga dengan menggunakan operasi hitung secara matematis nilai BD dan BC dapat diketahui.

Segitiga ABD:

$$\tan \alpha = \frac{AB}{BD} \longrightarrow \tan 45^\circ = 1$$

$$1 = \frac{3 \text{ m}}{BD}$$

$$BD = \frac{3 \text{ m}}{1}$$

$$BD = 3 \text{ m}$$

Segitiga ABC:

$$\tan \beta = \frac{AB}{BC} \longrightarrow \tan 30^\circ = \frac{1}{3} \sqrt{3}$$

$$\frac{1}{3} \sqrt{3} = \frac{3 \text{ m}}{BD+DC} \longrightarrow BD = 3 \text{ m}$$

$$\frac{1}{3} \sqrt{3} = \frac{3 \text{ m}}{3 \text{ m}+DC}$$

$$(3 \text{ m} + DC) \left(\frac{1}{3} \sqrt{3} \right) = 3$$

$$\sqrt{3} + \frac{DC}{3} \sqrt{3} = 3$$

$$\frac{3\sqrt{3}+DC\sqrt{3}}{3} = 3$$

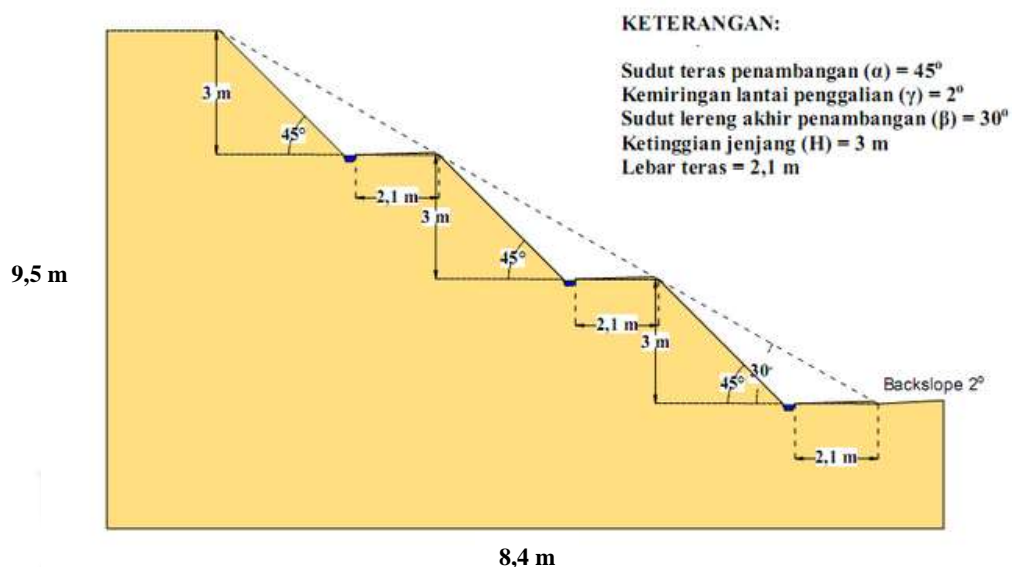
$$3\sqrt{3} + DC\sqrt{3} = 9$$

$$DC = \frac{9 - 3\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$

$$DC = \frac{9 - 3\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$

$$DC = 2,1 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka direncanakan lebar teras yang direncanakan dalam penataan lahan adalah 2,1 meter. Gambar 5.4 merupakan desain penataan lereng dan terasering yang direncanakan berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 Tahun 2010. Adapun desain penataan lahan bekas tambang secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 5.5 - 5.6.



Gambar 5.6 Sketsa Penataan Geometri Lereng Lahan Bekas Penambangan

Sumber: Hasil analisis, 2022

Pengisian lubang galian dengan tanah urug direncanakan pada area di sepanjang sisi tebing hingga membentuk desain geometri lereng yang telah dibuat. Berdasarkan data dan desain perencanaan tersebut, berikut ini diuraikan perhitungan kebutuhan tanah penutup pada kegiatan penataan lahan.

Diketahui:

Tinggi tebing = 9,5 meter

Panjang lahan untuk terasering = 40 meter

Total lebar teras = 15,3 meter

Dengan menganggap teras dan tebing merupakan bangun ruang prisma segitiga, prisma trapesium, dan prisma segiempat, perhitungan volume kebutuhan tanah penutup dihitung menggunakan rumus volume prisma dimana panjang teras sama dengan tinggi prisma.

1) Prisma I (Prisma segi panjang)

$$V = P \times l \times T$$

$$V = 15,3 \text{ m} \times 40 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$$

$$V = 612 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m}$$

$$V = 306 \text{ m}^3$$

2) Prisma II (Prisma trapesium)

$$V = \frac{(a + b) \times t}{2} \times T$$

$$V = \frac{(10,2 \text{ m} + 13,2 \text{ m}) \times 3 \text{ m}}{2} \times 40 \text{ m}$$

$$V = 35,1 \text{ m}^2 \times 40 \text{ m}$$

$$V = 1.404 \text{ m}^3$$

3) Prisma III (Prisma trapesium)

$$V = \frac{(a + b) \times t}{2} \times T$$

$$V = \frac{(5,1 \text{ m} + 8,1 \text{ m}) \times 3 \text{ m}}{2} \times 40 \text{ m}$$

$$V = 19,8 \text{ m}^2 \times 40 \text{ m}$$

$$V = 792 \text{ m}^3$$

4) Prisma IV (Prisma segitiga):

$$V = \left(\frac{1}{2} A \times t\right) \times T$$

$$V = \left(\frac{1}{2} 3 m \times 3 m\right) \times 40 m$$

$$V = 4,5 m^2 \times 40 m$$

$$V = 180 m^3$$

5) Total volume tanah penutup yang dibutuhkan

$$V = V1 + V2 + V3 + V4$$

$$V = (180 + 792 + 1.404 + 306) m^3$$

$$V = 2.682 m^3$$

Jadi, jumlah tanah penutup yang dibutuhkan dalam kegiatan penataan lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan adalah sebanyak 2.682 m³. Tanah penutup sejumlah 2.682 m³ ini diperoleh dari gundukan yang ada pada lahan bekas penambangan sirtu tersebut. Pengurugan dilakukan hanya pada area di sekitar tebing tertinggi karena jumlah tanah penutup yang terbatas dan kondisi topografi lahan bekas tambang cukup landai.

B. Pengendalian Erosi dan Sedimentasi

Pengendalian erosi dan sedimentasi yang direncanakan yaitu dengan menyediakan saluran pembuangan air atau drainase. Saluran yang mengalirkan air pada permukaan lahan bekas penambangan sirtu ini didesain berdasarkan perkiraan debit air limpasan dan intensitas curah hujan di lokasi perencanaan. Perkiraan debit air limpasan didapatkan dengan mengolah data curah hujan selama 10 tahun terakhir dari lokasi penakar yang paling dekat dengan wilayah perencanaan. Dari pengolahan data curah hujan tersebut diketahui curah hujan maksimum tahunan selama 10 tahun (2012-2021).

Analisis data curah hujan diawali dengan menghitung nilai konsistensi serta hujan kawasan karena data curah hujan bervariasi terhadap tempat dan satu titik penakar dianggap belum bisa mewakili suatu wilayah. Metode aljabar dipilih sebagai metode perkiraan hujan kawasan dengan pertimbangan luas DAS relatif kecil kurang dari 500 km², jumlah pos penakar hujan terbatas, dan topografi wilayah perencanaan yang merupakan

wilayah pegunungan/perbukitan. Perhitungan konsistensi dan hujan kawasan dapat dilihat pada lampiran B.

Selanjutnya dalam menentukan curah hujan rencana digunakan metode distribusi Log Pearson Type III setelah menghitung dengan 4 metode. Adapun intensitas curah hujan dalam perencanaan ini dihitung menggunakan rumus Mononobe dengan periode ulang 10 tahun. Metode Mononobe dipilih dengan alasan data hujan yang tersedia merupakan data jangka pendek yaitu data hujan harian.

Diketahui nilai curah hujan maksimum (R_{24}) merupakan nilai curah hujan berdasarkan perhitungan dengan metode Log Person Tipe III untuk kala ulang 10 tahun, K menunjukkan koefisien, dan S adalah standar deviasi:

$$R_{24} = \text{Log } X_r + (K \times S)$$

$$R_{24} = 10^{1,99+(1,339 \times 0,0851)}$$

$$R_{24} = 10^{2,099}$$

$$R_{24} = 125,68 \text{ mm/hari}$$

Besarnya nilai curah hujan rencana dihitung dengan persamaan mononobe dimana lama hujan diartikan sama dengan waktu konsentrasi (T_c) sebagaimana contoh perhitungan untuk saluran a-1 berikut ini:

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times \left(\frac{38,2}{1000} \right)^2}{1000 \times 0,32} \right)^{0,385}$$

$$T_c = 0,008326 \text{ jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka besarnya intensitas hujan untuk saluran a-1 adalah:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{0,008326} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{125,68}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I = 1060,70 \text{ mm/jam}$$

Selanjutnya dengan melihat desain penataan lahan maka direncanakan saluran drainase yang terbagi menjadi sepuluh saluran. Dimensi masing-masing saluran disajikan pada tabel 5.2 dan detail perhitungan dimensi saluran dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 5.2 Dimensi Saluran Drainase

No.	Nama Saluran	Panjang saluran (m)	Debit limpasan (m ³ /detik)	Dimensi saluran			
				Lebar permukaan saluran (m)	Lebar dasar saluran (m)	Luas penampang saluran (m)	Kedalaman saluran (m)
1	a-1	38.2	0.0339	0.684	0.465	0.197	0.342
2	a-2	38.2	0.0344	0.688	0.468	0.199	0.344
3	a-3	38.2	0.0344	0.688	0.468	0.199	0.344
4	a-4	38.2	0.0344	0.688	0.468	0.199	0.344
5	a-5	21	0.2147	1.369	0.931	0.788	0.685
6	A	41	0.1593	1.224	0.832	0.629	0.612
7	B	20	0.3070	1.566	1.065	1.031	0.783
8	C	14.2	0.0915	0.994	0.676	0.415	0.497
9	D	44.1	0.1023	1.036	0.705	0.451	0.518
10	E	52	0.4699	1.838	1.250	1.419	0.919

Sumber: Hasil analisis, 2022

Berdasarkan tabel di atas, diketahui lebar permukaan saluran yang paling kecil adalah saluran a-1 yaitu 68 cm dan saluran dengan lebar permukaan paling besar yaitu saluran E, 184 cm. Dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan, pembuatan saluran drainase ini tidak dapat terealisasi secara sempurna seperti hasil perhitungan. Dengan pertimbangan untuk memudahkan pekerjaan di lapangan, dimensi saluran drainase dalam perencanaan ini dibulatkan sebagai berikut:

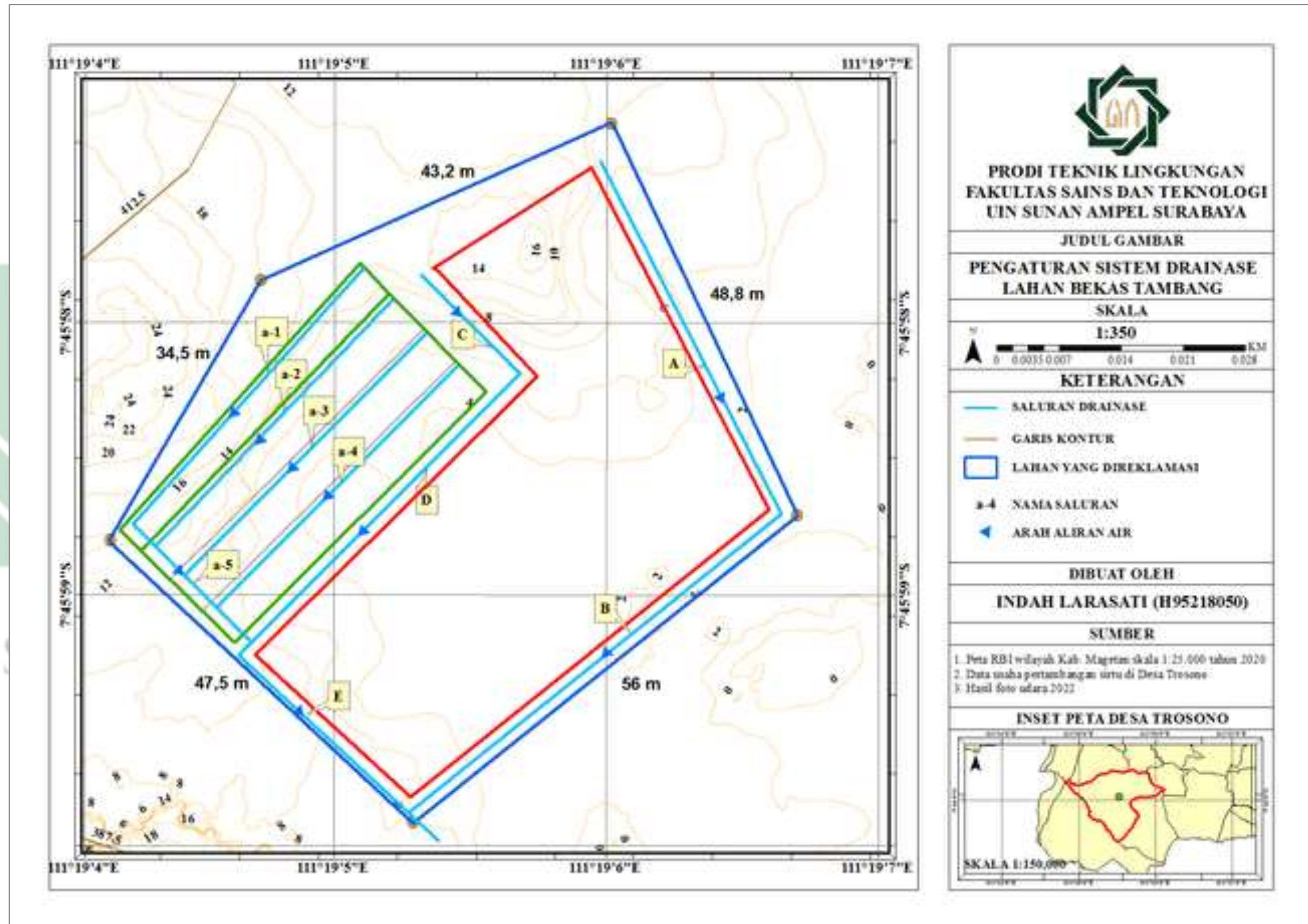
Tabel 5.3 Dimensi Drainase di Lapangan

No.	Nama Saluran	Panjang saluran (m)	Debit limpasan (m ³ /detik)	Dimensi saluran		
				Lebar permukaan saluran (m)	Lebar dasar saluran (m)	Kedalaman saluran (m)
1	a-1	38.2	0.0339	0,7	0,5	0,4
2	a-2	38.2	0.0344	0,7	0,5	0,4
3	a-3	38.2	0.0344	0,7	0,5	0,4
4	a-4	38.2	0.0344	0,7	0,5	0,4
5	a-5	21	0.2147	1,5	1	0,7
6	A	41	0.1593	1,5	1	0,7
7	B	20	0.3070	1,5	1	0,7
8	C	14.2	0.0915	1	0,7	0,5
9	D	44.1	0.1023	1	0,7	0,5
10	E	52	0.4699	2	1,3	1

Sumber: Hasil analisis, 2022

Saluran drainase dibuat dengan 4 ukuran yang berbeda dengan tinggi jagaan diasumsikan 15% dari kedalaman aliran. Dengan demikian dapat diketahui tinggi jagaan saluran drainase pada perencanaan ini secara berurutan yaitu 6 cm, 10 cm, 7 cm, dan 15 cm. Gambar 5.7 merupakan sketsa drainase yang direncanakan sedangkan detail penampang sistem drainasenya dapat dilihat pada lampiran 3.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 5.7 Rencana Sistem Drainase pada Lahan Bekas Tambang

Sumber: Hasil analisis, 2022

C. Penataan Tanah Zona Pengakaran

Direncanakan sistem penataan tanah zona pengakaran menggunakan metode pembuatan lubang tanam. Tujuan dan alasan dipilihnya metode ini adalah untuk menyesuaikan ketersediaan tanah pucuk yang ada di lokasi perencanaan serta memudahkan proses revegetasi lahan dengan tenaga manusia. Perhitungan jumlah kebutuhan tanah pucuk pada kegiatan penataan tanah zona pengakaran dan revegetasi dijelaskan pada uraian di bawah ini.

1) Tanaman sengon

Penanaman sengon direncanakan menggunakan pola monokultur pada jarak 2 m x 3 m dengan dimensi lubang tanam 40 cm x 40 cm x 40 cm. Jarak tanam dan dimensi lubang tana mini menurut penelitian (Fatthurahman, 2021) termasuk desain yang ideal karena ukuran lubang yang tidak terlalu dalam ataupun terlalu dangkal. Dengan ketentuan jarak tanam dan dimensi lubang tanam tersebut, jumlah kebutuhan tanah pucuk adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas wilayah yang ditata} &= (40 \text{ m} \times 2,1 \text{ m}) \times 4 \text{ teras} \\ &= (84 \text{ m}^2) \times 4 \\ &= 336 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lubang tanam} &= \text{Luas lahan} : \text{luas jarak tanam 1 bibit} \\ &= 336 \text{ m}^2 : (2 \times 3) \text{ m}^2 \\ &= 56 \text{ lubang tanam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tanah pucuk} &= (0,4 \times 0,4 \times 0,4) \text{ m}^3 \times 56 \\ &= 0,064 \text{ m}^3 \times 56 \\ &= 3,584 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan jumlah lubang tanam tanaman sengon sebanyak 56 lubang, maka volume tanah pucuk yang dibutuhkan adalah 56 kali volume lubang dengan dimensi 40 cm x 40 cm x 40 cm. Dengan demikian didapatkan hasil perhitungan kebutuhan tanah pucuk sejumlah 3,584 m³.

2) Tanaman jahe

Penanaman jahe direncanakan pada jarak 30 cm x 60 cm dengan dimensi lubang tanam 30 cm x 30 cm x 30 cm. Dengan ketentuan jarak tanam dan dimensi lubang tanam tersebut, jumlah kebutuhan tanah pucuk dihitung sebagai berikut:

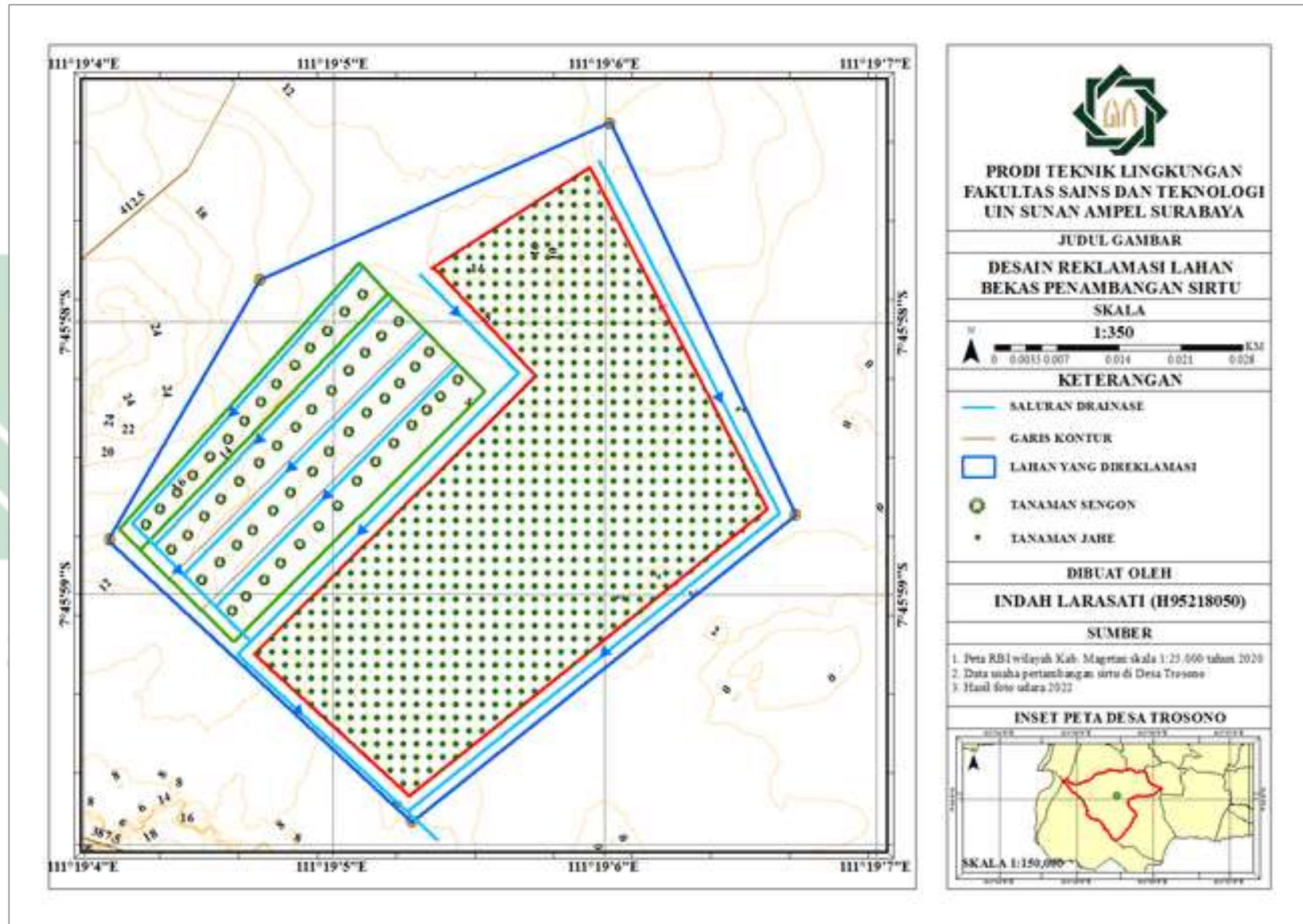
$$\text{Luas wilayah yang ditata} = 1.770 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lubang tanam} &= \text{Luas lahan} : \text{luas jarak tanam 1 bibit} \\ &= 1.770 \text{ m}^2 : (0,3 \times 0,6) \text{ m}^2 \\ &= 1.770 \text{ m}^2 : 0,18 \text{ m}^2 \\ &= 9.833,3 \\ &= 9.833 \text{ lubang tanam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tanah pucuk} &= \text{Volume 1 lubang} \times \text{Jumlah lubang} \\ &= (0,3 \times 0,3 \times 0,3) \text{ m}^3 \times 9.833 \\ &= 0,027 \text{ m}^3 \times 9.833 \\ &= 265,491 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

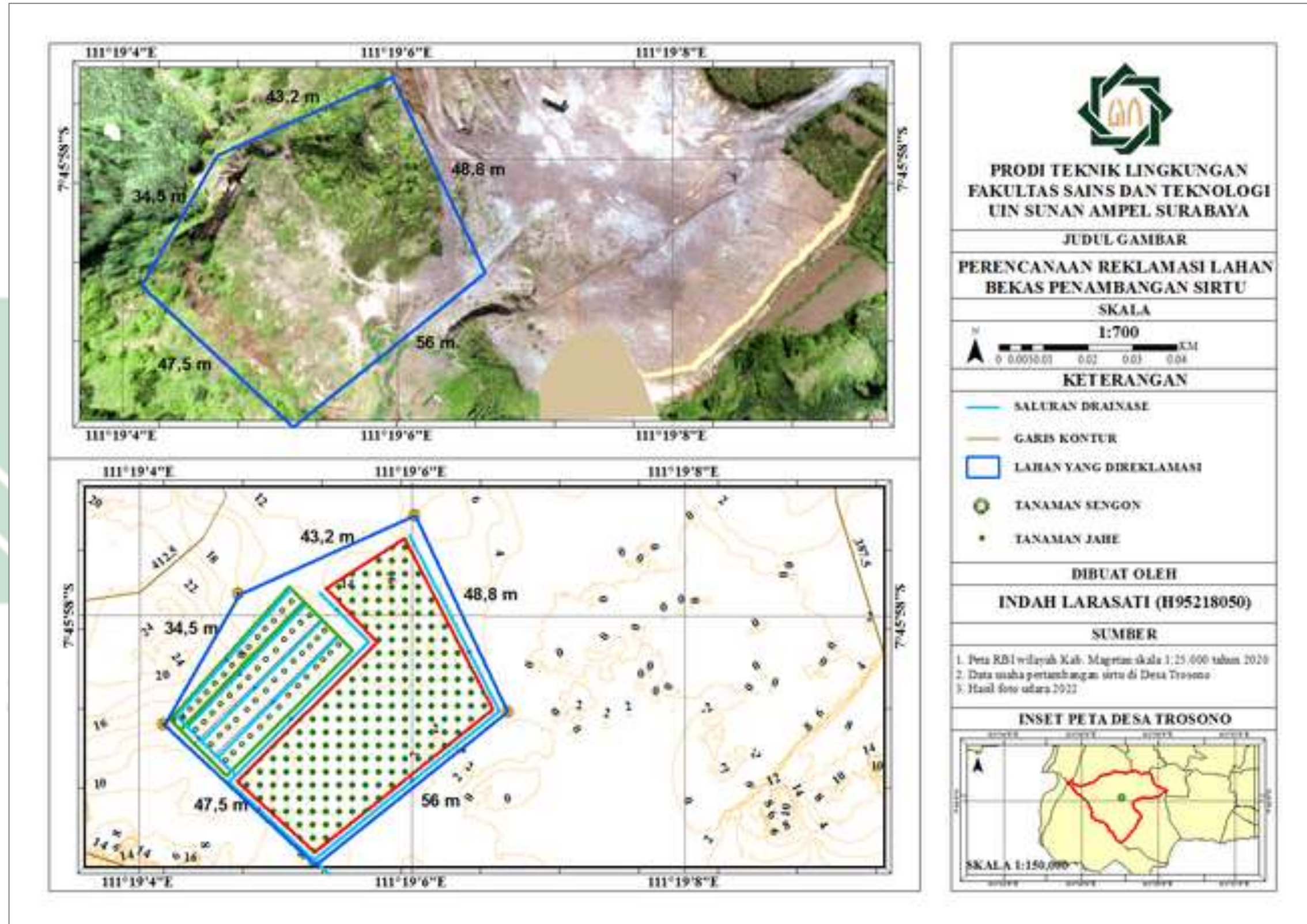
Dengan jumlah lubang tanam tanaman jahe sebanyak 9.833 lubang, maka volume tanah pucuk yang dibutuhkan adalah 9.833 kali volume lubang dengan dimensi 30 cm x 30 cm x 30 cm. Sehingga didapatkan hasil perhitungan kebutuhan tanah pucuk sejumlah 265,491 m³. Gambar 5.8 di bawah ini menunjukkan desain penatagunaan lahan untuk lahan hutan dan perkebunan yang dibedakan berdasarkan warna garis batas tata guna lahan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 5.8 Desain Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu

Sumber: Hasil analisis, 2022



Gambar 5.9 Rencana Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu

Sumber: Hasil analisis, 2022

5.2.4 Revegetasi Lahan

Revegetasi lahan direncanakan menggunakan tanaman sengon dan jahe. Penentuan jenis tanaman ini didahului dengan analisis kesesuaian lahan untuk tanaman tersebut berdasarkan pedoman teknis evaluasi kesesuaian lahan untuk komoditas pertanian dan perkebunan dari (Ritung dkk., 2011). Menyesuaikan dengan hasil analisis kesesuaian lahan bekas penambangan sirtu untuk tanaman sengon dan jahe di atas, maka dapat dilanjutkan untuk perencanaan penanaman pada lahan bekas penambangan.

A. Revegetasi Tanaman Sengon

Berdasarkan ketentuan jarak tanam pada pembahasan sebelumnya dapat dihitung jumlah kebutuhan bibit yaitu sejumlah lubang tanam tanaman sengon. Jumlah bibit tanaman sengon yang perlu disiapkan adalah sebanyak 56 bibit. Revegetasi lahan bekas tambang dengan tanaman sengon terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

1) Persiapan

Tahap persiapan meliputi pembibitan dan penyapihan. Pembibitan diawali dengan menyiapkan biji sengon kemudian dikecambahkan dan ditanam pada media yang berisi campuran pasir tanah (1:1). Media tanam harus dalam keadaan steril dan dilakukan penyiraman secara teratur agar tidak sampai kering. Bibit yang sudah berusia 1,5 – 2,5 bulan dapat dilakukan penyapihan supaya ada ruang tumbuh untuk bibit hingga siap tanam.

Menurut (Astana dkk., 2016), penyapihan bibit sengon yang baik dilakukan dengan memindahkan bibit tanaman sengon secara hati-hati ke dalam polybag beserta tanah di bawah bibit tersebut. Bibit yang sudah dipindahkan ke dalam polybag kemudian disusun berderet pada bedeng penyapihan. Sebelum ditanam pada lubang tanam, bibit-bibit ini harus diberikan perlakuan penyiraman, penyiangan, pemupukan, dan pemeliharaan dari hama atau penyakit.

2) Penanaman

Penanaman sengon dilakukan dengan pola monokultur pada jarak tanam 2 m x 3 m dan dimensi lubang tanam yang dibuat berukuran

40 cm x 40 cm x 40 cm. Dalam mengatur jarak tanam dilakukan pemasangan ajir sebagai penanda lubang tanam sekaligus untuk membantu membedakan antara tanaman yang ditanam dengan tumbuhan liar. Lubang tanam yang telah dibuat selanjutnya ditambahkan pupuk kandang sebanyak 5 kg padasetiap lubang sehingga dapat dihitung jumlah kebutuhan pupuk kandang untuk tanaman sengon sebesar:

Jumlah lubang tanam = 56 lubang

Jumlah bibit sengon = 56 bibit

Jumlah kebutuhan pupuk = 56 lubang x 5 kg
= 280 kg

Pupuk yang digunakan haruslah pupuk yang teksturnya seperti tanah dan tidak mengeluarkan bau (Astana dkk., 2016). Penanaman sengon sebaiknya dilakukan pada awal musim hujan tetapi boleh dilakukan diluar musim penghujan dengan syarat melakukan penyiraman pagi dan sore.

B. Revegetasi Tanaman Jahe

Berdasarkan ketentuan jarak tanam pada pembahasan sebelumnya dapat dihitung jumlah kebutuhan bibit yaitu sejumlah lubang tanam tanaman jahe. Jumlah bibit tanaman jahe yang perlu disiapkan adalah sebanyak 9.833 bibit. Menurut (Djauhari dkk., 2019), secara umum kriteria lahan yang cocok ditanami tanaman jahe meliputi: ketinggian lokasi pada 200-1000 mdpl, curah hujan tahunan 1.500-3.000 mm, suhu udara 25-37° C, struktur tanah yang subur dan mengandung humus dimana semua kriteria tersebut sesuai dengan wilayah perencanaan. Revegetasi lahan bekas tambang dengan tanaman jahe terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

1) Persiapan

Persiapan yang dilakukan dimulai dengan menyiapkan benih melalui proses pemilihan atau seleksi untuk menjamin perkiraan stabilitas budidaya tanaman jahe. Benih tanaman jahe yang sudah dipilih selanjutnya disemaikan pada media jerami atau sekam selama 2 hingga 4 minggu. Persiapan berikutnya yaitu menyiapkan lahan untuk

penanaman jahe yang diatur jarak tanamnya 30 cm x 60 cm menggunakan sistem pot dengan dimensi lubang tanam 30 cm x 30 cm x 30 cm.

2) Penanaman

Lubang tanam yang telah dibuat selanjutnya ditambahkan pupuk kandang atau pupuk organik sebanyak 0,5 kg pada setiap lubang sehingga dapat dihitung jumlah kebutuhan pupuk kandang untuk tanaman jahe sebesar:

$$\text{Jumlah lubang tanam} = 9.833 \text{ lubang}$$

$$\text{Jumlah bibit jahe} = 9.833 \text{ bibit}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan pupuk} &= 9.833 \text{ lubang} \times 0,5 \text{ kg} \\ &= 4.916,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi jumlah pupuk yang dibutuhkan untuk tanaman jahe sebanyak 4.916,5 kg.

5.2.5 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan dilakukan dengan tujuan untuk mencegah kerugian akibat serangan hama dan penyakit terhadap tanaman yang ditanam. Menurut (Astana dkk., 2016), kerugian akibat hama dan penyakit ditaksir mencapai 30% dari hasil panen total. Adapun pemantauan, kegiatan ini dilakukan untuk menjamin persen hidup dan kesehatan tanaman yang biasanya dilakukan selama 5 (lima) bulan (Fathurrahman, 2020).

Pemeliharaan dan pemantauan pada tanaman sengon dan jahe yang direncanakan diuraikan sebagai berikut:

A. Pemeliharaan Tanaman Sengon

Langkah-langkah pemeliharaan yang perlu dilakukan pada budidaya tanaman sengon meliputi: penyulaman, penyiangan, pemupukan, pemangkasan, penjarangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Pemeliharaan yang direncanakan pada reklamasi lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono yaitu:

- 1) Penyulaman, penyulaman pada tanaman sengon dilakukan pada minggu kedua hingga minggu ketiga setelah penanaman. Penyulaman dilakukan

dengan cara mengganti bibit tanaman sengon yang mati atau tumbuh tidak sehat.

- 2) Penyiangan, yaitu membersihkan tanaman pengganggu atau gulma yang ada di sekitar tanaman sengon. Penyiangan dilakukan secara rutin pada dua bulan pertama, kemudian dilakukan setiap tiga bulan sekali dalam satu tahun, selanjutnya empat bulan sekali dalam dua tahun, dan pada tahun keempat hingga kelima dilakukan dua kali penyiangan. Apabila umur tebang pohon lebih dari lima tahun maka penyiangan cukup dilakukan satu kali saja dalam satu tahun.
- 3) Pendangiran, yaitu kegiatan menggemburkan tanah di sekitar pohon sengon menggunakan cangkul yang tujuannya untuk meningkatkan pertumbuhan pohon. Pendangiran dilakukan pada saat pohon sengon sudah berumur satu hingga tiga tahun.
- 4) Pemupukan, dilakukan untuk mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman yang belum terkandung di dalam tanah. Pemupukan pada proses pemeliharaan dilakukan di bulan ke-tiga dan ke-enam dengan pupuk anorganik (NPK) sebanyak 50-100 g/pohon. Sedangkan pemupukan kedua dilakukan pada bulan ke-duabelas dengan dosis dua kali lebih banyak dari pemupukan pertama. Selanjutnya pemupukan dilakukan setiap enam bulan hingga pohon berusia tiga tahun.
- 5) Pemangkasan, yaitu pemotongan cabang pada batang pohon sengon untuk memperoleh batang yang lurus dan tinggi sehingga bernilai jual tinggi.
- 6) Penjarangan, yaitu membuang pohon-pohon yang terkena hama, cacat batang, tertekan, agar tidak mengganggu pertumbuhan pohon sehat lainnya. Kegiatan penjarangan sebaiknya dilakukan saat musim kemarau dan usia tanaman sekitar 2-3 tahun (Astana dkk., 2016).

B. Pemeliharaan Tanaman Jahe

Pemeliharaan tanaman jahe terdiri dari beberapa kegiatan seperti penyulaman, penyiangan, penyiraman, pengairan, dan pembumbunan. Berikut ini tahapan pemeliharaan jahe yang direncanakan:

- 1) Penyiraman pada tanaman jahe dapat dilakukan sesuai kebutuhan dan keadaan iklim.
- 2) Penyulaman tanaman jahe dapat dilakukan pada umur satu bulan setelah masa tanam dengan memilih bibit yang sama umurnya.
- 3) Penyiangan dilakukan pada saat tanaman jahe berumur 3-6 bulan agar tanaman terbebas dari gulma. Setelah lebih dari 6 bulan, kegiatan penyiangan dapat dilakukan sesuai kondisi dan kebutuhan.
- 4) Pembumbunan tanaman jahe dilakukan setiap bulan sejak tanaman berumur 2 bulan atau bisa juga dilakukan secara bersamaan dengan kegiatan penyiangan.
- 5) Pemanenan dilakukan pada bulan ke duabelas.

5.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Biaya kegiatan reklamasi yang diperhitungkan meliputi biaya langsung dan biaya tidak langsung. Rencana Anggaran Biaya reklamasi lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan secara garis besar diuraikan sebagai berikut.

5.3.1 Rencana Anggaran Biaya Langsung

Biaya langsung berasal dari kegiatan penataan permukaan lahan, penataan tanah zona pengakaran, pekerjaan saluran pembuangan air atau drainase, dan revegetasi lahan.

A. Penataan permukaan lahan

Pada kegiatan ini dilakukan pengurugan dan perataan tanah menjadi sistem terasering. Hasil perhitungan pada pembahasan sebelumnya menunjukkan volume tanah yang ditata dan diratakan untuk mengatur lereng menjadi sistem terasering sebanyak 2.682 m³. Berdasarkan daftar harga satuan pokok kegiatan Kabupaten Magetan yang diperoleh dari Pemerintah Kabupaten Magetan, untuk pekerjaan pengurugan galian dengan cara mekanis biaya per m³ sebesar Rp60.144,95.

Total biaya penataan permukaan lahan dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Harga satuan pekerjaan} \times \text{volume} \\ &= \text{Rp}60.144,95/\text{m}^3 \times 2.682 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp}161.308.761,72$$

B. Pekerjaan saluran pembuangan air

Pekerjaan saluran pembuangan air mencakup 2 pekerjaan yaitu: galian untuk saluran air dan pemasangan batu dengan mortar.

1) Galian untuk saluran air

Peralatan yang digunakan dalam pekerjaan ini yaitu excavator dan dump truck. Jumlah jam operasi setiap 1 m³ galian yaitu 0,0076 jam untuk excavator dan 0,1010 jam untuk dump truck. Volume galian pada perencanaan ini dihitung dengan mengalikan total panjang saluran, lebar penampang saluran, dan kedalaman saluran. Berdasarkan perhitungan pada pembahasan sebelumnya diketahui volume galian untuk penyediaan saluran pembuangan air adalah Biaya pekerjaan galian saluran air setiap 1 m³ nya diketahui memerlukan biaya Rp34.412,00 sehingga pada perencanaan reklamasi lahan bekas tambang ini dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Harga satuan pekerjaan} \times \text{volume} \\ &= \text{Rp}34.412,00/\text{m}^3 \times 219 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp}7.541.599,47 \end{aligned}$$

2) Pemasangan batu dengan mortar

Bahan yang digunakan setiap satuan volume meliputi batu kali pecah 15/20 cm, semen (PC), dan pasir. Peralatan dan jam operasinya yaitu Conc mixer selama 0,4016 jam dan alat bantu lainnya.

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Harga satuan pekerjaan} \times \text{volume} \\ &= \text{Rp}712.345,30/\text{m}^3 \times 219 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp}156.003.620,19 \end{aligned}$$

Total biaya penyediaan sistem drainase berdasarkan pekerjaan galian dan pemasangan batu (mortar) yaitu sebesar Rp.163.545.219,66

C. Penebaran tanah pucuk dan penanaman

Penebaran tanah pucuk direncanakan menggunakan sistem pot. Maka kegiatan ini direncanakan sekaligus dengan kegiatan penanaman

untuk efisiensi waktu dan mencegah pembengkakan biaya. Direncanakan kegiatan ini menggunakan tenaga manusia dengan mendasarkan perhitungan jam kerja pada jumlah lubang tanam. Hasil perhitungan jumlah jam kerja dan hari kerja selanjutnya digunakan untuk memperkirakan biaya yang dikeluarkan pada kegiatan penebaran tanah pucuk.

1) Penanaman sengon

Kegiatan penanaman pohon di dalam harga satuan pokok kegiatan yang diterbitkan oleh pemerintah Kabupaten Magetan ditetapkan membutuhkan biaya sebesar Rp27.476,82 setiap pohon. Jumlah ini merupakan biaya penanaman total untuk setiap satu lubang tanam termasuk harga bibit sengon yang siap tanam. Diketahui jumlah tanaman sengon yang akan ditanam sebanyak 56 bibit, maka biaya penanamannya dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Harga satuan pekerjaan} \times \text{jumlah bibit} \\ &= \text{Rp}27.476,82 \times 56 \\ &= \text{Rp}1.538.702,09 \end{aligned}$$

2) Penanaman jahe

Kegiatan penanaman pohon di dalam harga satuan pokok kegiatan yang diterbitkan oleh pemerintah Kabupaten Magetan ditetapkan membutuhkan biaya sebesar Rp14.778,92 setiap pohon. Biaya tersebut merupakan jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk satu lubang tanam termasuk biaya bibit jahe siap tanam, tanah humus, dan pupuk. Diketahui jumlah tanaman jahe yang akan ditanam sebanyak 9.833 bibit, maka biaya penanamannya dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Harga satuan pekerjaan} \times \text{jumlah bibit} \\ &= \text{Rp}14.778,92 \times 9.833 \\ &= \text{Rp}145.321.100,69 \end{aligned}$$

Total biaya penebaran tanah pucuk dan penanaman vegetasi sebesar Rp146.859.802,78.

D. Pemeliharaan Tanaman

Besarnya biaya pemeliharaan yang diperhitungkan dalam perencanaan ini mencakup tahun pertama setelah penanaman. Pada

perencanaan ini, jumlah biaya pemeliharaan yang diperhitungkan hanya pada tahun pertama dengan pertimbangan bahwa lahan yang telah direklamasi akan dikelola oleh pemilik tanah masing-masing sehingga perlakuan yang diberikan dapat berbeda sesuai keinginan pemilik lahan.

1) Tanaman Sengon

Jumlah biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan tanaman sengon diasumsikan sebesar Rp5.600,00 per tanaman pada tahun pertama; Rp5.727,27 per tanaman pada tahun kedua, dan sebesar Rp2.545,45 per tanaman pada tahun ketiga (Astana dkk., 2016). Dengan demikian dapat dihitung jumlah biaya pemeliharaan tanaman sengon pada tahun pertama sebagai berikut:

$$\text{Tahun pertama} = \text{Rp}5.600,00 \times 56 = \text{Rp}313.600,00$$

2) Tanaman Jahe

Dengan mengacu pada Panduan Budidaya Jahe dalam (Djauhari dkk., 2019) jumlah biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan tanaman jahe setiap satuannya diasumsikan sebesar Rp221,90. Tanaman jahe dapat dipanen pada usia 8-12 bulan. Pada penelitian ini dihitung biaya pemeliharaan jahe untuk masa pemeliharaan 12 bulan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya pemeliharaan jahe} &= \text{Rp}221,90 \times 9.833 \\ &= \text{Rp}2.181.975,00 \end{aligned}$$

Total biaya langsung diperoleh dengan menjumlahkan seluruh biaya pekerjaan yang termasuk biaya langsung. Berdasarkan penjumlahan yang telah dilakukan, diperoleh total biaya langsung untuk kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu sebesar Rp474.209.359,16

5.3.2 Rencana Anggaran Biaya Tidak Langsung

A. Mobilisasi dan demobilisasi

Biaya mobilisasi dan demobilisasi diasumsikan sebesar 2,5% dari biaya langsung. Dengan mengalikan persentase biaya mobilisasi-demobilisasi dan total biaya langsung, didapatkan hasil sebesar Rp11.855.233,90.

B. Penyusunan dokumen perencanaan reklamasi

Biaya penyusunan dokumen reklamasi diasumsikan sebesar 5 % dari biaya langsung. Dengan mengalikan persentase biaya mobilisasi-demobilisasi dan total biaya langsung, didapatkan hasil sebesar Rp23.710.467,96.

C. Administrasi

Biaya administrasi diasumsikan sebesar 3 % dari biaya langsung. Dengan mengalikan persentase biaya mobilisasi-demobilisasi dan total biaya langsung, didapatkan hasil sebesar Rp14.226.280,77.

D. Dana supervisi

Biaya supervisi diasumsikan sebesar 2 % dari biaya langsung. Dengan mengalikan persentase biaya mobilisasi-demobilisasi dan total biaya langsung, didapatkan hasil sebesar Rp9.484.187,18.

Total biaya tidak langsung diperoleh dengan menjumlahkan seluruh biaya pekerjaan yang termasuk biaya tidak langsung. Berdasarkan penjumlahan yang telah dilakukan, diperoleh total biaya tidak langsung untuk kegiatan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu sebesar Rp59.276.169,90. Rincian biaya langsung dan biaya tidak langsung secara sistematis disajikan pada tabel 5.7 di bawah ini. Adapun analisis harga satuan pekerjaan dan analisis volume pekerjaannya dapat dilihat pada Lampiran 6.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 5.7 Rencana Anggaran Biaya

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Biaya	Total Biaya
Biaya langsung					
1	Penataan Permukaan Lahan	m3	2682	Rp 60.144,95	Rp 161.308.761,72
2	Pengendalian Erosi dan Sedimentasi				
	a. Pekerjaan galian tanah	m3	219	Rp 34.436,53	Rp 7.541.599,47
	b. Pekerjaan pasangan batu	m3	219	Rp 712.345,30	Rp 156.003.620,19
3	Revegetasi				
	1) Sengon	bibit	56	Rp 27.476,82	Rp 1.538.702,09
	2) Jahe	bibit	9833	Rp 14.778,92	Rp 145.321.100,69
4	Pemeliharaan Tahun Pertama				
	1) Sengon	tanaman	56	Rp 5.600,00	Rp 313.600,00
	2) Jahe	tanaman	9833	Rp 221,90	Rp 2.181.975,00
TOTAL BIAYA LANGSUNG					Rp 474.209.359,16
Biaya tidak langsung					
1	Mobilisasi dan demobilisasi		2.5%	Rp 474.209.359,16	Rp 11.855.233,98
	Penyusunan dokumen perencanaan				
2	reklamasi		5%	Rp 474.209.359,16	Rp 23.710.467,96
3	Administrasi		3%	Rp 474.209.359,16	Rp 14.226.280,77
4	Dana supervisi		2%	Rp 474.209.359,16	Rp 9.484.187,18
TOTAL BIAYA TIDAK LANGSUNG					Rp 59.276.169,90
JUMLAH					Rp 533.485.529,06
PPN 11%					Rp 58.683.408,20
TOTAL BIAYA REKLAMASI					Rp 592.168.937,26
DIBULATKAN					Rp 592.168.000,00
TERBILANG: "Limaratus Sembilanpuluh Dua Juta Seratus Enampuluh Delapan Ribu Rupiah."					

Sumber: Hasil analisis, 2022

5.4 Integrasi Keislaman

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ ٤١ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ كَانَ أَكْثَرُهُمْ
مُشْرِكِينَ ٤٢

Artinya: “Telah Nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah (Nabi Muhammad), “Berpegianlah di bumi, lalu lihatlah bagaimana kesudahan orang-orang dahulu. Kebanyakan mereka adalah orang-orang musyrik.””

Berdasarkan tafsir Wajiz dan Tahlili, ayat ini menjelaskan bahwasanya kerusakan di muka bumi sudah terlihat di mana-mana (di laut maupun di darat) dan beberapa diantaranya merupakan akibat perbuatan manusia yang didorong oleh hawa nafsunya. Perbuatan buruk umat manusia pada masa lampau telah mendatangkan azab dari Allah sebagai peringatan atas dosa yang dikerjakan manusia. Berbuat kerusakan di muka bumi merupakan salah satu bentuk dosa yang dilakukan manusia karena tidak bersyukur atas nikmat yang diberikan oleh Allah SWT. Allah menghendaki agar mereka juga merasakan sebagian dari akibat perbuatan itu supaya kembali ke jalan yang benar. Dalam ayat selanjutnya Allah meemrintahkan Nabi Muhammaad SAW agar menyampaikan kepada umatnya untuk melakukan perjalanan di muka bumi dan melihat kesudahan umat masa lampau yang ingkar. (quran.kemenag.go.id/).

Dikaitkan dengan topik dalam penelitian ini, kegiatan pertambangan merupakan salah satu usaha yang dapat menimbulkan kerusakan di muka bumi apabila upaya perbaikan lingkungan tidak segera dilakukan. Mengingat firman Allah dalam Al-Quran Surah Ar-Rum ayat 41-42 di atas, hal ini merupakan suatu peringatan bagi kita agar menghindari perbuatan serakah dan lali terhadap dampak dari usaha pertambangan itu sendiri agar tidak mendapatkan azab sebagaimana umat terdahulu.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan reklamasi lahan bekas penambangan sirtu di Desa Trosono Kecamatan Parang Kabupaten Magetan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Evaluasi kriteria kerusakan lahan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 62 tahun 2010 menunjukkan hasil bahwa sebanyak 75% aspek yang dianalisis telah memenuhi kriteria lahan hutan dan perkebunan dan sebanyak 25% tidak memenuhi kriteria lahan. Aspek yang belum memenuhi kriteria lahan hutan dan perkebunan yaitu kemiringan dasar galian, dan jumlah tanah yang dikembalikan.
2. Perencanaan teknis reklamasi yang telah disusun meliputi penataan lahan dan pengaturan lereng, penyediaan saluran pembuangan air, penebaran tanah pucuk dan penanaman lahan bekas tambang dengan tanaman sengon dan jahe. Lereng diatur menjadi sistem terasiring dengan sudut akhir kemiringan lereng sebesar 30° dan sudut teras 45° , ketinggian setiap jenjang 3 meter, dan lebar setiap teras 2,1 meter. Saluran pembuangan air dibuat pada 3 teras dalam sistem terasiring dan pada sekeliling teras dasar. Penebaran tanah pucuk dilakukan dengan sistem pot dan diperkirakan membutuhkan sebanyak $3,584 \text{ m}^3$ untuk tanaman sengon dan untuk tanaman jahe sebanyak $2265,491 \text{ m}^3$. Berdasarkan hasil evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman sengon dan jahe dengan parameter evaluasi mengacu pada panduan teknis evaluasi lahan komoditas pertanian, lahan ini masih sesuai untuk ditanami tanaman sengon dan jahe, Jumlah bibit sengon yang dibutuhkan sebanyak 56 bibit, dan bibit jahe sebanyak 9.833 bibit.
3. Total biaya langsung untuk kegiatan reklamasi sebesar Rp474.209.359,16. Total biaya tidak langsung sebesar Rp59.276.169,90 sehingga secara keseluruhan Rencana Anggaran Biaya Reklamasi setelah dibulatkan adalah Rp592.168.000,00

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian tentang Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Sirtu di Desa Trosono, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu disediakan lahan khusus untuk menyimpan tanah pucuk yang dikupas pada tahap awal penambangan. Alasannya, tanah pucuk merupakan komponen yang diperlukan kembali pada saat kegiatan penambangan selesai yaitu sebagai media revegetasi lahan untuk mengembalikan fungsi lahan sebagaimana peruntukannya.
2. Perlu dilakukan pengaturan lereng yang sesuai untuk mencegah kemungkinan terjadinya longsor dan bahaya lain akibat perubahan topografi lahan.
3. Pada kegiatan revegetasi selanjutnya dapat digunakan tanaman selain tanaman jahe yang memiliki umur atau masa panen lebih cepat atau lama sesuai kebutuhan masing-masing pemilik lahan.
4. Perlu dilakukan pemantauan saluran air atau sistem drainase secara berkala sebagai bentuk pemeliharaan dalam rangkaian kegiatan reklamasi lahan bekas tambang.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abaldoo, C. A., Jnr, E. M. O., Adjei, O. A., & Prah, B. E. K. (2018). *Monitoring The Extent of Reclamation of Small Scale Mining Areas Using Artificial Neural Networks*. <https://doi.org/doi:10.1016/j.heliyon.2019. e01445>
- Adha, D. J. (2018). *Arahan Pemanfaatan Lahan Pasca Tambang Pasir di Desa Besuk Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang*. 11.
- Agus, F., Soelaeman, Y., & Anda, M. (2019). *Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Untuk Pertanian*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Anggraini, L. R., Triantoro, A., Novianti, Y. S., Mulyono, E. E., & Yuliyanto. (2019). *Analisis Indeks Bahaya Erosi pada Lahan Reklamasi*. 5.
- Angst, G., Mueller, C. W., Angst, Š., Pivokonský, M., Franklin, J., Stahl, P. D., & Frouz, J. (2018). Fast accrual of C and N in soil organic matter fractions following post-mining reclamation across the USA. *Journal of Environmental Management*, 209, 216–226. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.050>
- Astana, S., Hani, A., Nuroniah, H. S., Lelana, N. E., Endom, W., Ratna, D., Kurniasari, & Bangsawan, I. (2016). *Kiat Berbisnis Sengon: Tanam Sekali, Untung Berkali-kali*. FORDA PRESS (Anggota IKAPI No. 257/JB/2014).
- Desvi, I., Purwoko, B., & Sutrisno, H. (2021). *Perencanaan Kebutuhan Overburden (OB) pada Sistem Perataan Tanah Kegiatan Reklamasi di PT. Dinamika Sejahtera Mandiri Desa Teraju KecamatanToba Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat*. 12.

- Djauhari, E., KD, L., Januwati, M., Rizal, M., Wardana, H. D., Hendani, N., Listyorini, Baswasiati, Hartoyo, B., Purwanto, Nurwidodo, Supriyadi, Elnizar, Hikmat, A., & Lina. (2019). *Standar Operasional Prosedur (SOP) Budidaya Jahe* (Cetakan VI). Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Hortikultura Direktorat Sayuran dan Tanaman Obat.
- Fahrudin. (2022). *Mikrobiologi Pengolahan Limbah Tambang*. Penerbit Qiara Media.
- Fan, L., Li, T., Xiang, M., He, W., Wu, B., Peng, J., Li, Y., Li, C., Zheng, M., Chen, J., Gao, S., Du, J., & Ji, Y. (2018). Effect of Coal Mining on Springs in the Yushenfu Mining Area of China. *Geofluids*, 2018, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2018/3564360>
- Fathurrahman, M. L. (2020). *Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Tambang Pasir Kuarsa di PT. Walie Tampas Citratama Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*. Universitas Sriwijaya.
- Ghafarunnisa, D., & Rauf, A. (2018). *Perencanaan Reklamasi Tambang Bauksit pada Blok 12 Pit Aki Timur PT. Harita Prima Abadi Mineral*. 6.
- Graetz, G., & O'Callaghan, T. (2017). *Mining in The Asia-Pacific: Risks, Challenges and Opportunities*. Springer International Publishing.
- Hendrychová, M., Svobodova, K., & Kabrna, M. (2020a). Mine reclamation planning and management: Integrating natural habitats into post-mining land use. *Resources Policy*, 69, 101882. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101882>
- Hendrychová, M., Svobodova, K., & Kabrna, M. (2020b). Mine reclamation planning and management: Integrating natural habitats into post-mining

land use. *Resources Policy*, 69, 101882.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101882>

Kesumah, I. T., Zaenal, & Isniarno, N. F. (2021). *Perencanaan dan Pentahapan Penambangan Sirtu di PT. Purwa Alam Sari Desa Cikeusik, Kecamatan Cidahu, Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat*. 7(2).
<http://dx.doi.org/10.29313/pertambangan.v0i0.30690>

Kurniawan, A. R., & Rauf, A. (2018a). *Rencana Reklamasi pada Lahan Bekas Tambang Pasir dan Batu di Desa Nglumut, Kecamatan Srumbung, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah*. 6.

Kurniawan, A. R., & Rauf, A. (2018b). *RENCANA REKLAMASI PADA LAHAN BEKAS TAMBANG PASIR DAN BATU DI DESA NGLUMUT, KECAMATAN SRUMBUNG, KABUPATEN MAGELANG, PROVINSI JAWA TENGAH*. 6.

Kusuma, Y. R., & Yanti, I. (2021). *Pengaruh Kadar Air dalam Tanah Terhadap Kadar C-Organik dan Keasaman (pH) Tanah*. 6(2).
<https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss2.art5>

Lu, H., Shan, N., Zhang, Y.-K., & Liang, X. (2020). Effect of Strain-Dependent Hydraulic Conductivity of Coal Rock on Groundwater Inrush in Mining. *Geofluids*, 2020, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2020/8887392>

Mailendra, M., & Buchori, I. (2019). Kerusakan Lahan Akibat Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin di Sekitar Sungai Singingi Kabupaten Kuantan Singingi. *JURNAL PEMBANGUNAN WILAYAH & KOTA*, 15(3).
<https://doi.org/10.14710/pwk.v15i3.21304>

- Makombe, N., & Gwisai, R. D. (2018). Soil Remediation Practices for Hydrocarbon and Heavy Metal Reclamation in Mining Polluted Soils. *The Scientific World Journal*, 2018, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2018/5130430>
- Matovani, M. D. (2021). *Rancangan Teknis Reklamasi Lahan Bekas Pertambangan Andesit Berdasarkan Evaluasi Kesesuaian Lahan di Dusun Sudimoro, Desa Bapangsari, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah*. UPN Veteran Yogyakarta.
- Meidiyanto, A., Purwoko, B., & Herlambang, Y. (2021). *PERENCANAAN REKLAMASI DI CV CITRA PALAPA MINERAL DESA BATU KECAMATAN SUNGAI KUNYIT KABUPATEN MEMPAWAH PROVINSI KALIMANTAN BARAT*. 10.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara, (2018).
- Muhtasar, I. M., Sholichin, M., & Asmaranto, R. (2022). *Studi Erosi Dan Sedimentasi Tambang Batubara Pada Pit Pinang South Pt. Kaltim Prima Coal Menggunakan Geographic Information System (ArcGIS)*. 2(1), 13.
- Mulyaningsih, S. (2015). *Vulkanologi*. Penerbit Ombak Dua.
- Pamungkas, N., & Suryaningrum, S. (2018). *Tata Kelola Wisata Bekas Lahan Tambang*. Penerbit Nugra Media.
- Rande, S. (2018). *Peningkatan Erosi Tanah pada Area Lahan Bekas Penambangan Batugamping Desa Kenteng Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. 175.

- Ritung, S., Nugroho, K., Mulyono, A., & Suryani, E. (2011). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahn untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- SETDAKAB Magetan. (2019). *Sumber Daya Alam (SDA) Kabupaten Magetan Dalam Angka Tahun 2018*. Bagian Administrasi Sumber Daya Alam Sekretariat Daerah Kabupaten Magetan.
- Setyowati, R. D. N., Amala, N. A., & Aini, N. N. U. (2018). Studi Pemilihan Tanaman Revegetasi untuk Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 14–20.
<https://doi.org/10.29080/alard.v3i1.256>
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Jilid 1*. Penerbit Nova.
- S.U, S. (2016). *Geologi Lingkungan* (1 ed.). Penerbit Ombak.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi.
- Utoyo, B. (2006). *Geografi Membuka Cakrawala Dunia*. PT. Setia Purna.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A