OPEN ACCESS
Journal Homepage: http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jwl

JURNAL WILAYAH DAN LINGKUNGAN
P-ISSN: 2338-1604 dan E-ISSN: 2407-8751
Volume 13 Nomor 2, Agustus 2025, 56-81
https://doi.org/10.14710/jwl.13.2.56-81

Prosedur dalam Penerapan Tertib Pemeliharaan Tanah dan Lingkungan Hidup pada Pertambangan Batu Gamping Semen A di Banyumas

Procedures in the Implementation of Orderly Maintenance of Land and Environment in the Limestone Mining of Semen A in Banyumas

Oktafiah 'Afuaniyah[1]
Perencanaan Tata Ruang dan Pertanahan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Lilin Budiati
Perencanaan Tata Ruang dan Pertanahan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Saputra Hasthi
Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Artikel Masuk : 4 Agustus 2024
Artikel Diterima : 6 Oktober 2025
Tersedia Online : 13 Oktober 2025

Abstrak: Catur tertib pertanahan pada dasarnya dilaksanakan dengan tujuan mengimplementasikan Undang-Undang Pokok Agraria untuk mengembangkan perlindungan hak-hak atas tanah serta penggunaannya. Hal ini berbanding terbalik dengan kondisi yang ada di tambang batu gamping Semen A, di mana terdapat lubang galian tambang yang berdampak terhadap lingkungan. Penambangan ini menimbulkan permasalahan lingkungan yang signifikan, seperti debu akibat angin kencang, peningkatan suhu udara, kebisingan dari alat berat, serta kekeringan sumber air sejak adanya tambang. Bertolak dari masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menyusun prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping di Tambang Semen A. Metode pada penelitian ini adalah studi kualitatif menggunakan *Soft System Methodology* (SSM) dengan alat bantu *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Data yang digunakan meliputi data primer berupa hasil observasi, wawancara, kuesioner, dan dokumentasi, serta data sekunder berupa laporan peneliti terdahulu, studi literatur, dan telaah regulasi. Hasil penelitian ini adalah prosedur dalam penerapan catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping di Tambang Semen A.

Kata Kunci: *Analytical Hierarchy Process* (AHP); catur tertib pertanahan; *Soft System Methodology* (SSM); tambang batu gamping

[1] Korespondensi Penulis: Perencanaan Tata Ruang dan Pertanahan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
Email: oktafiahafuaniyah09@gmail.com

How to Cite
'Afuaniyah, O., Budiati, L., & Hasthi, S. (2025). Prosedur dalam Penerapan Tertib Pemeliharaan Tanah dan Lingkungan Hidup pada Pertambangan Batu Gamping Semen A di Banyumas. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan, 13*(2), 56-81. https://doi.org/10.14710/jwl.13.2.56-81

© 2025 LAREDEM

Abstract: *Land order is basically implemented with the aim of implementing the Undang-Undang Pokok Agraria to develop the protection of land rights and their use. This is inversely proportional to the conditions that exist in the Semen A limestone mine, where there are mining pit that have an impact on the environment. This mining has caused significant environmental problems, including dust due to strong winds, increased air temperature, noise from heavy equipment, and the drying up of water sources since the mine's operation began. Starting from this problem, this research aims to develop procedures for implementing the fourth land order, namely the orderly maintenance of land and environment in the limestone mining of Semen A. The method in this research is a qualitative study using Soft System Methodology (SSM) with the help of the Analytical Hierarchy Process (AHP) tool. The data used includes primary data in the form of observation, interviews, questionnaires, and documentation, as well as secondary data in the form of previous research reports, literature reviews, and regulatory reviews. The result of this research is the procedures in the implementation of the fourth land order, namely the orderly maintenance of land and environment in the limestone mining of Semen A.*

Keywords: *Analytical Hierarchy Process (AHP); land order; Soft System Methodology (SSM); limestone mining*

Pendahuluan

Penataan ruang diatur dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang. Penyelenggaraan penataan ruang salah satunya berlandaskan dengan terwujudnya perlindungan fungsi ruang dan pencegahan dampak negatif terhadap lingkungan akibat pemanfaatan ruang. Upaya penataan ruang yang dilakukan untuk mewujudkan tertib tata ruang salah satunya adalah melalui pengendalian pemanfaatan ruang. Pengendalian pemanfaatan ruang merupakan serangkaian tindakan yang diimplementasikan dengan tujuan untuk memastikan bahwa pemanfaatan ruang dilakukan secara konsisten sesuai dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan sebelumnya (Naser et al., 2021).

Catur tertib pertanahan pada dasarnya dilaksanakan dengan tujuan untuk penataan kembali hak-hak tanah dan mengembangkan perlindungan hak-hak atas tanah serta penggunaannya untuk mengimplementasikan Undang-Undang Pokok Agraria. Hal ini berbanding terbalik dengan kondisi yang ada di Tambang Batu Gamping Semen A, di mana terdapat lubang galian tambang yang berdampak terhadap lingkungan. Lubang galian tambang batu gamping ini terbentuk karena aktivitas pertambangan yang dilakukan oleh PT. X.

Sumber: Peneliti, 2023

Gambar 1. Lubang Galian Tambang Batu Gamping PT. X

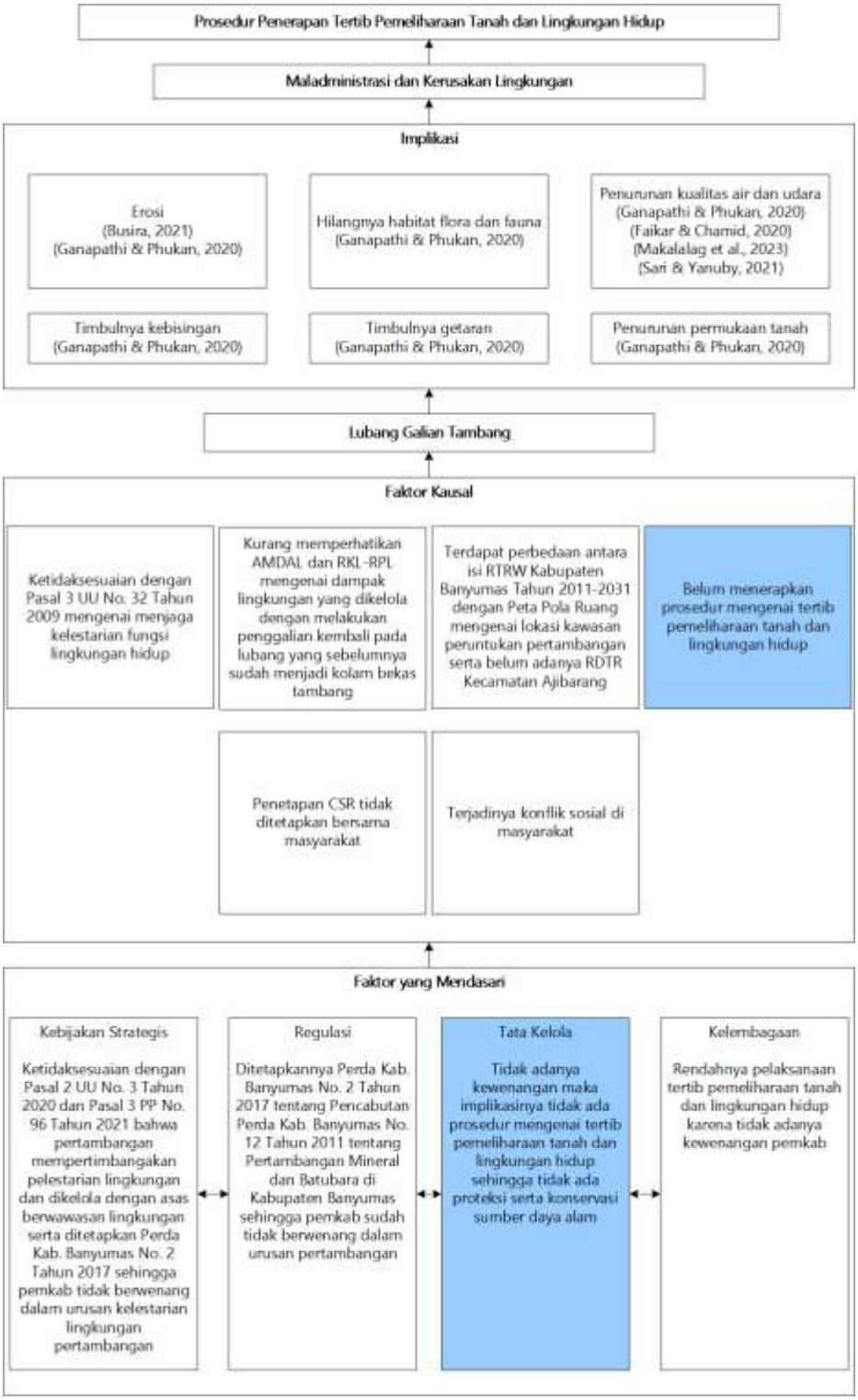
Tambang Semen A merupakan tambang batu gamping milik PT. X di Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas. Lokasi tambang tersebut berada di 6 desa, yaitu Desa Tipar Kidul, Sawangan, Pancasan, Karangbawang, Darmakradenan, dan Kracak. Target produksi tahunan pada tambang batu gamping tersebut sebesar 1.940.000 ton per tahun atau setara dengan 7.419 ton batu gamping per hari. Namun, produksi efektif unit peremuk (*crusher*) batu gamping yang ada hanya mampu mencapai 6.297 ton per hari dengan tingkat *Effective Utilization* (efisiensi penggunaan alat) sebesar 56,30%. Dengan demikian, produksi nyata *crusher* batu gamping adalah 699,01 ton per jam (Irvan, 2021).

Sumber daya batuan karbonat seperti batu gamping diperoleh dari kegiatan penggalian atau penambangan dengan menimbulkan dampak lingkungan meskipun dampak tersebut telah dikurangi dengan menggunakan teknologi terbaru. Kegiatan penambangan dapat menyebabkan hilangnya habitat, pembentukan debu, timbulnya kebisingan, getaran, erosi, dan penurunan permukaan tanah. Penambangan batu gamping juga menyebabkan perubahan kualitas air tanah (Ganapathi & Phukan, 2020). Air tanah merupakan air yang berada pada lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan bumi yang dikenal sebagai akuifer. Lapisan akuifer memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan dan saluran aliran air tanah (Muhardi et al., 2020).

Permasalahan kegiatan pertambangan dengan catur tertib pertanahan, khususnya tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup tersebut disebabkan beberapa faktor kausal yang turut berkontribusi dan juga beberapa faktor mendasar yang menimbulkan kondisi ini. Kondisi tersebut memerlukan perhatian dan penanganan yang tepat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memperhatikan kebijakan dan regulasi yang terkait, seperti catur tertib pertanahan. Catur tertib pertanahan diatur dalam Keputusan Presiden Nomor 7 Tahun 1979 tentang Rencana Pembangunan Lima Tahun (REPELITA III) 1978/80-1983/84. Pasal 1 menyatakan bahwa rencana pembangunan tahun 1978/80-1983/84 merupakan bagian dari Pola Dasar Pembangunan Nasional yang di dalamnya tercantum catur tertib pertanahan. Berdasarkan lampiran keputusan presiden tersebut dijelaskan bahwa, catur tertib pertanahan terdiri dari tertib hukum, tertib administrasi pertanahan, serta tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup, dengan memastikan bahwa hak atas tanah yang diberikan dipelihara dengan baik dan memanfaatkannya dengan ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan lingkungan hidup (Sutaryono, 2023). Sampai saat ini masih belum terdapat peraturan terbaru yang secara langsung membahas mengenai catur tertib pertanahan yang ada di Indonesia.

Berdasarkan penelitian oleh Irvan (2021), Barusman et al. (2020), serta Lim & Humdiana (2021) menunjukkan bahwa jumlah produksi pada tambang Semen A masih belum memenuhi target karena rendahnya efisiensi kerja akibat adanya hambatan pada alat yang digunakan. Kemudian penggunaan metode *Soft System Methodology* (SSM) dengan penerapan *tool Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat menghasilkan kriteria utama untuk pemilihan. Serta implementasi metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat membantu untuk menentukkan prioritas berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.

Penelitian kali ini mengambil tema mengenai pertambangan batu gamping di Tambang Semen A karena dapat menyajikan pengaruh yang ditimbulkan jika terdapat ketidaksesuaian antara catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup dengan kondisi di lapangan. Selain itu, karena dampak yang ditimbulkan sudah merugikan masyarakat. Penelitian ini menggunakan teknik *Soft System Methodology* (SSM) dengan bantuan *tool Analytical Hierarchy Process* (AHP). Berdasarkan latar belakang tersebut dapat disusun identifikasi masalah sebagai berikut:



Sumber: Peneliti, 2024

Gambar 2. Identifikasi Masalah pada Pertambangan Batu Gamping Semen A di Banyumas

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penting dirumuskan prosedur untuk mencegah terjadinya permasalahan yang sama di masa yang akan datang sehingga dilakukan penelitian dengan judul "Prosedur dalam Penerapan Tertib Pemeliharaan Tanah dan Lingkungan Hidup pada Pertambangan Batu Gamping Semen A di Banyumas". Penelitian ini mengambil lokasi di Desa Sawangan, Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas yang merupakan lokasi awal Tambang Semen A milik PT. X.

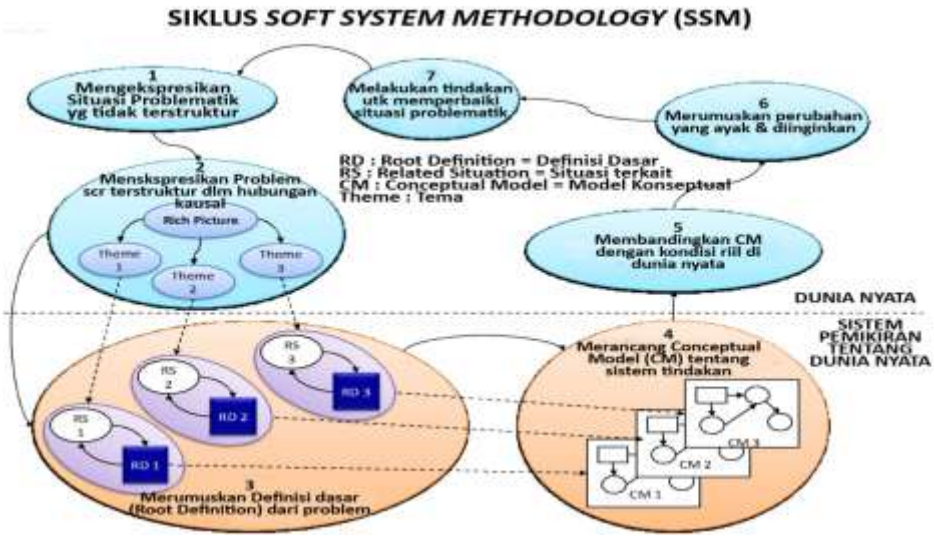
Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis kualitatif. Analisis ini digunakan untuk mengkaji penerapan catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping di Tambang Semen A. Penelitian kualitatif merupakan suatu metode penelitian yang digunakan untuk mengkaji objek penelitian dalam kondisi yang alamiah. Analisis data dalam penelitian kualitatif bersifat induktif dan mengutamakan pendalaman makna dibandingkan generalisasi temuan (Sugiyono, 2019).

Penelitian ini juga menggunakan pendekatan analisis dengan memanfaatkan teknik *Soft System Methodology* (SSM) dengan bantuan *tool Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam menyusun prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping di Tambang Semen A. Untuk melakukan analisis ini dilakukan dengan mengkaji penerapan catur tertib keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada lokasi tambang batu gamping. Analisis juga dilakukan untuk mengkaji dampak dari penerapan catur tertib tersebut terhadap pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup. Sehingga didapatkan hasil penelitian mengenai prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping di Tambang Semen A. Hasil ini dapat dimanfaatkan sebagai rekomendasi untuk sektor pertambangan sejenis lainnya.

Soft System Methodology (SSM)

Soft System Methodology (SSM) pada dasarnya merupakan metode analisis sistematis yang digunakan untuk mengembangkan sistem informasi dengan pendekatan terstruktur melalui pemodelan konseptual. Pendekatan ini bertujuan untuk merancang perubahan yang diinginkan secara sistematis, kemudian mengimplementasikan perubahan tersebut (Septiana & Maulany, 2021). Checkland dan Poulter (2006, sebagaimana dikutip dalam Karay et al., 2020) menyebutkan bahwa inti dari *Soft System Methodology* (SSM) adalah membandingkan situasi nyata dengan model konseptual yang merepresentasikan situasi tersebut. Asumsi dasar pendekatan SSM adalah bahwa permasalahan organisasi seringkali belum terdefinisi dengan baik, adanya perbedaan interpretasi di antara anggota organisasi, serta faktor manusia menjadi sangat penting. SSM juga merupakan pendekatan pemecahan masalah yang kreatif dan intuitif (Karay et al., 2020). Penentuan responden wawancara menggunakan teknik *purposive sampling*.



Sumber: (Burge, 2015)

Gambar 3. Tahapan *Soft System Methodology*

Stuart Burge menjelaskan 7 tahapan tersebut dengan lebih detail (Burge, 2015), yaitu:

Tabel 1. Langkah *Soft System Methodology* (SSM)

Tahap SSM	Kebutuhan Data	Alat Bantu Analisis	Luaran
• Langkah 1: Deskripsi situasi problematik untuk mengidentifikasi penerapan catur tertib pertanahan keempat (Sasaran 1)	• Data dan fakta yang tidak terstruktur (Kondisi Tambang Semen A), yang didukung dengan regulasi terkait, perizinan, dokumen RTRW, dan Peta Pola Ruang.	• Ilustrasi situasi problematik tidak terstruktur	• Ilustrasi situasi problematik dan gambar kondisi eksisting serta rubrik
• Langkah 2: Mengekspresikan situasi problematik untuk mengidentifikasi kendala dalam penerapan catur tertib pertanahan keempat (Sasaran 2)	• Fenomena, isu, faktor kausal, faktor yang mendasari	• Struktur situasi problematik	• Tabel struktur situasi problematik terdiri dari komponen: fenomena, issue, driver/causal factor/real problem, underlying faktor/problem, implications • Rich picture
• Langkah 3: Merumuskan Root Definition	• Situasi relevan terkait tema yaitu prosedur	• CATWOE (Customers, Actors,	• Menetapkan agenda atau tindakan yang akan

Tahap SSM	Kebutuhan Data	Alat Bantu Analisis	Luaran
	penerapan catur tertib pertanahan keempat	Transformation, World View, Owners, Environment Constraint) • Situasi terkait fenomena (related situations) menjadi root definition	dilakukan
• Langkah 4: Membangun model konseptual untuk menyusun rencana prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat (Sasaran 3)	• Indikator prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat	• Literature review, telaah kritis regulasi, dan hasil wawancara	• Model konseptual
• Langkah 5: Membandingkan dengan dunia nyata	• Standar prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat	• Literature review, telaah kritis regulasi, dan hasil wawancara	• Perbandingan model konseptual dengan kondisi eksisting Tambang Semen A
• Langkah 6: Mendefinisikan perubahan yang layak dan diinginkan	• Indikator standar kinerja yang akan ditetapkan di dalam prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat	• Analytical Hierarchy Process (AHP)	• Prioritas antar kriteria, sub-kriteria, dan alternatif
• Langkah 7: Melakukan tindakan untuk memperbaiki situasi problematik	• Rencana penerapan catur tertib pertanahan keempat	• Analytical Hierarchy Process (AHP)	• Prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat di Tambang Semen A

Sumber: Peneliti, 2024 dan (Budiati et al., 2024)

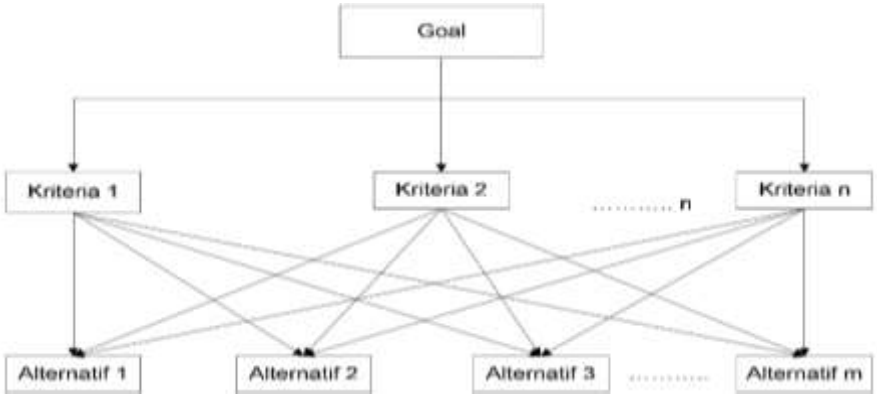
Pemilihan *Soft System Methodology* (SSM) sebagai metode dalam penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk memahami dan menyelesaikan permasalahan yang kompleks dengan banyak keterlibatan pemangku kepentingan. SSM sangat relevan karena penelitian ini berkaitan dengan konteks sosial, khususnya terkait kebijakan pertanahan pada tambang batu gamping. Metode ini memungkinkan integrasi berbagai perspektif dan pemahaman dari para pihak yang terlibat, sehingga dapat menghasilkan solusi yang dapat diterima semua stakeholder. Selain itu, fokus SSM pada pemecahan masalah dan perbaikan sistem sejalan dengan tujuan penelitian, yaitu menyusun prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping di Tambang Semen A. Dengan memberi penekanan pada partisipasi aktif dan pemahaman mendalam mengenai konteks sosial, diharapkan SSM dapat berkontribusi penting dalam pengembangan kebijakan dan memperkuat keterlibatan pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan.

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu alat bantu pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an. Prosedur ini sangat bermanfaat dan telah banyak diaplikasikan untuk proses pengambilan keputusan penting. AHP terpercaya karena setiap prioritas disusun dari berbagai pilihan yang dapat berupa kriteria yang telah didefinisikan sebelumnya, sehingga prioritas ditentukan melalui proses yang terstruktur dan masuk akal. Pada dasarnya, AHP membantu memecahkan masalah yang kompleks dengan cara menyusun hierarki kriteria, melakukan penilaian subjektif oleh para pemangku kepentingan, kemudian menggabungkan berbagai pertimbangan untuk mengembangkan bobot atau prioritas (Imron, 2019).

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan metode yang dapat memecahkan permasalahan kompleks dengan cara menyederhanakan dan memberikan kemudahan dalam pengambilan keputusan. Keunggulan AHP adalah mampu menentukan kriteria, menyusun hierarki kriteria, melakukan perbandingan nilai antar kriteria, hingga proses perangkingan alternatif keputusan (Yanto, 2021). AHP menggunakan hierarki fungsional sebagai peralatan utama dengan mengandalkan persepsi manusia sebagai input utamanya. Melalui hierarki, suatu masalah kompleks yang tidak terstruktur dapat dipecah menjadi kelompok-kelompok masalah. Kemudian kelompok-kelompok masalah tersebut disusun membentuk sebuah hierarki fungsional. Dengan demikian, AHP mampu menyederhanakan masalah yang kompleks menjadi lebih terstruktur dengan membaginya ke dalam kelompok-kelompok permasalahan dan menyusunnya secara hierarkis (Abdullah et al., 2022) Pengolahan data perhitungan AHP menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Terdapat tahapan dalam metode AHP (Lim & Humdiana, 2021), yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Membuat struktur hierarki yang dimulai dengan tujuan utama. Hierarki dimulai dengan menetapkan tujuan umum kemudian diturunkan menjadi sub-tujuan. Pada tingkatan paling bawah, berbagai alternatif diidentifikasi sebagai kemungkinan cara untuk mencapai sub-tujuan tersebut.



Sumber: (Abdullah et al., 2022)

Gambar 4. Struktur Hierarki *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

3. Membuat matrik perbandingan berpasangan yang mencerminkan kontribusi relatif atau dampak setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

4. Mendefinisikan perbandingan berpasangan agar diperoleh jumlah penilaian seluruhnya sebanyak n x [(n-1)/2] buah, di mana n merupakan banyaknya elemen yang dibandingkan.
5. Melakukan perhitungan nilai eigen dan menguji konsistensinya. Jika tidak konsisten maka dilakukan pengambilan data ulang.
6. Mengulang langkah 3,4, dan 5 untuk setiap tingkat hierarki.
7. Memeriksa konsistensi hierarki.

Proses seleksi pada AHP dilakukan dengan menentukan penilaian terhadap perbandingan kriteria yang ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Intensitas	Keterangan	Penjelasan
1	• Kedua elemen sama penting	• Dua elemen yang memiliki pengaruh sama besar
3	• Elemen yang satu sedikit lebih penting dibanding yang lainnya	• Satu elemen sedikit lebih berpengaruh dibanding yang lainnya
5	• Elemen yang satu lebih penting dibanding yang lainnya	• Satu elemen lebih berpengaruh dibanding yang lainnya
7	• Satu elemen jelas lebih mutlak penting dibanding yang lainnya	• Satu elemen yang kuat dan dominan
9	• Satu elemen mutlak penting dibanding yang lainnya	• Satu elemen dengan tingkat pengaruh yang tertinggi
2, 4, 6, 8	• Nilai antara dua nilai yang berdekatan	• Nilai diberikan jika terdapat dua kompromi antara dua pilihan
Kebalikan	• Jika aktivitas i mendapatkan satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j memiliki nilai kebalikannya dibanding dengan i	

Sumber: (Mayola et al., 2023)

Pemilihan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk mengelola dan memahami kompleksitas serta hierarki faktor-faktor yang berpengaruh pada kebijakan pertanahan di tambang batu gamping. AHP memungkinkan peneliti mengukur bobot relatif setiap faktor dan mengorganisasikannya secara hierarkis, sehingga dapat memberikan landasan kuat untuk pengambilan keputusan berbasis data. Selain itu, kemampuan AHP dalam menangani preferensi subjektif dan mengintegrasikan perspektif para pemangku kepentingan akan mendukung perumusan kebijakan yang akurat dan dapat diterima berbagai pihak. Dengan AHP, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan penerapan catur tertib pertanahan pada tambang batu gamping di Tambang Semen A.

Hasil dan Pembahasan

Langkah 1: Deskripsi Situasi Problematik

Berdasarkan proses pengumpulan data yang dilakukan, didapatkan fakta di lapangan yang ditampilkan dalam bentuk rubrik berikut ini:

Rubrik

Kegiatan pertambangan batu gamping di Desa Sawangan yang dilakukan oleh PT. X telah menimbulkan dampak lingkungan yang dirasakan masyarakat setempat. Dampak lingkungan yang dirasakan meliputi adanya angin kencang yang membawa debu dan meningkatnya suhu udara akibat hilangnya pohon, kebisingan dari aktivitas alat berat yang beroperasi hingga malam hari, serta kekeringan sumber air sejak adanya tambang, hingga mengubah wilayah yang tadinya bukit menjadi gersang dengan adanya tambang. Belum terdapat prosedur khusus dan program rutin yang dijalankan untuk mengatasi dampak lingkungan tersebut. Dari sisi sosial, terdapat penolakan dari warga terkait ketidakcocokan harga jual tanah dan belum adanya program *Corporate Social Responsibility* (CSR) pada awal pendirian tambang. Janji penyediaan lapangan kerja tidak sepenuhnya terpenuhi, warga yang sebelumnya bekerja sebagai pembuat gula merah kini menjadi bekerja serabutan. Meski CSR kemudian diberikan setelah adanya protes, kurangnya transparansi dalam penyalurannya menyebabkan ketidakpastian dan tidak semua warga merasakan manfaatnya secara sama. Komunikasi antara pemerintah desa dengan masyarakat dalam penanganan keluhan juga kurang efektif, sehingga masyarakat hanya menerima keadaan yang ada. Sementara itu, meskipun PT. X memberikan laporan rutin kepada dinas-dinas terkait, pengecekan terhadap aktivitas tambang masih dilakukan dengan frekuensi yang minim karena keterbatasan sumber daya manusia pada dinas-dinas tersebut. Kewenangan sektor pertambangan berada pada tingkat provinsi, sehingga pemerintah kabupaten tidak bisa terlalu ikut campur karena sudah tidak berwenang lagi.

Sumber: Hasil Wawancara, 2024

Langkah 2: Mengekspresikan Situasi Problematik

Situasi problematik pada rubrik diekspresikan secara terstruktur dan sistematis. Berikut merupakan situasi problematik yang telah diekspresikan secara terstruktur.

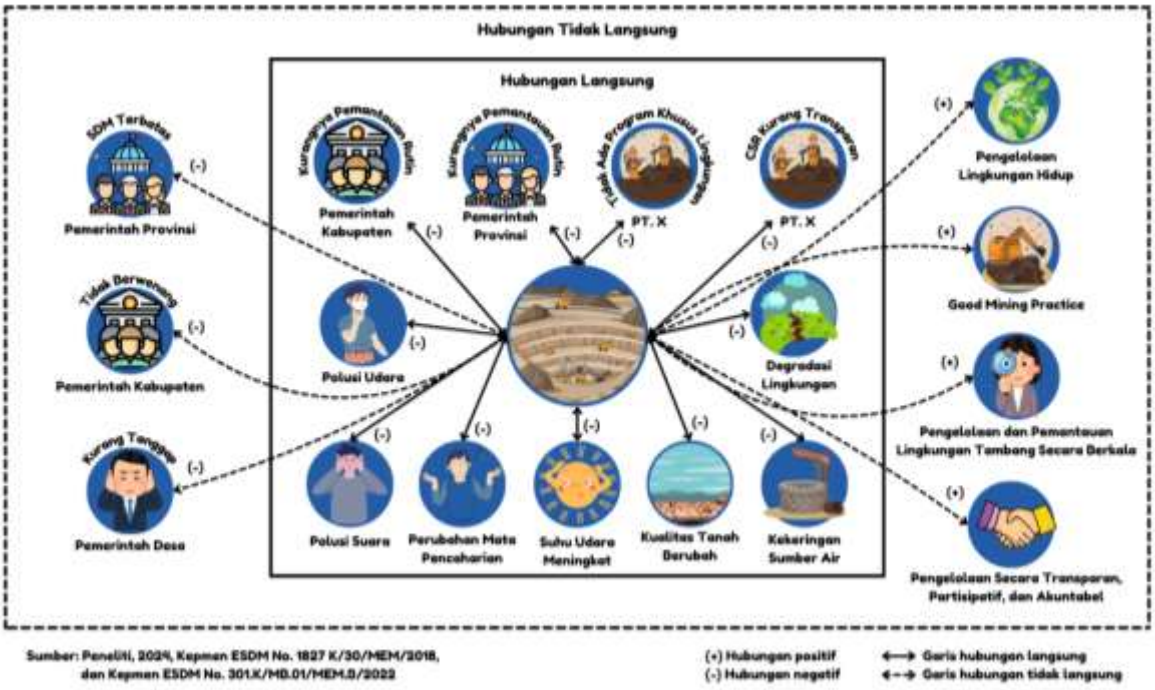
Tabel 3. Ekspresi Situasi Problematik

Fenomena	• Lubang galian tambang
Isu	• Dampak lingkungan
Faktor Kausal	• Kurangnya pemantauan rutin dari dinas terkait, belum adanya program atau prosedur khusus untuk menjaga lingkungan di kawasan tambang, CSR kurang transparan.
Faktor yang Mendasari	• Kewenangan berada pada tingkat provinsi sedangkan jumlah SDM terbatas, pemerintah kabupaten tidak berwenang dalam sektor pertambangan, pemerintah desa kurang tanggap dalam menangani keluhan masyarakat.
Implikasi	• Degradasi lingkungan, kekurangan sumber air bersih, polusi udara dan suara, suhu udara meningkat, kualitas tanah berubah, serta perubahan mata pencaharian masyarakat.

Sumber: Peneliti, 2024

https://doi.org/10.14710/jwl.13.2.56-81

Ekspresi situasi problematik di atas dapat ditampilkan dalam *rich picture* berikut ini bersamaan dengan upaya yang seharusnya dilakukan berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik dan Keputusan Menteri ESDM No. 301.K/MB.01/MEM.B/2022 tentang Rencana Pengelolaan Mineral dan Batubara Nasional Tahun 2022-2027:



Sumber: Peneliti, 2024, Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, dan Kepmen ESDM No. 301.K/MB.01/MEM.B/2022

Gambar 5. *Rich Picture* Permasalahan Tambang Batu Gamping Semen A

Rich picture di atas menggambarkan berbagai kendala yang dihadapi dalam upaya menerapkan prosedur pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup di kawasan pertambangan batu gamping Semen A. Beberapa kendala tersebut meliputi belum adanya prosedur atau program khusus untuk lingkungan, perubahan lingkungan yang signifikan, degradasi kualitas tanah, kurangnya pemantauan dan pengawasan rutin, serta kurangnya transparansi dalam CSR dan komunikasi dalam penanganan keluhan.

Belum adanya prosedur atau program khusus untuk lingkungan menjadi salah satu kendala yang dihadapi. PT. X, Cabdin ESDM, DLH, dan pemerintah desa belum memiliki program khusus yang rutin untuk memitigasi dan mengatasi dampak lingkungan yang timbul dari aktivitas penambangan. Meskipun ada upaya reklamasi melalui penanaman pohon, hasilnya belum signifikan karena pohon-pohon tersebut memerlukan waktu yang lama untuk tumbuh dan memberikan dampak positif. Tanah tambang terus mengalami degradasi dan kehilangan kesuburannya, menunjukkan perlunya program dan prosedur yang lebih efektif dan sistematis. Hal ini termasuk penanganan masalah air bersih, pengurangan polusi udara, dan penanggulangan kebisingan yang mengganggu masyarakat setempat.

Aktivitas tambang PT. X menyebabkan perubahan lingkungan yang signifikan di sekitar area tambang. Hilangnya pepohonan dan perubahan fungsi lahan menyebabkan degradasi lingkungan. Kekeringan sumber air, polusi udara akibat debu tambang, dan

kebisingan dari alat berat yang terdengar hingga malam hari menjadi masalah utama yang dirasakan oleh masyarakat setempat.

Degradasi kualitas tanah juga merupakan salah satu dampak dari aktivitas penambangan ini. Tanah mengalami degradasi akibat aktivitas penggalian yang dilakukan. Perubahan kualitas tanah menjadi salah satu kendala dalam kegiatan reklamasi. Meskipun ada upaya penanaman kembali, terdapat pohon yang ditanam tidak mampu bertahan hidup, sehingga perlu dilakukan kegiatan penyulaman.

Kurangnya pemantauan rutin juga menjadi kendalanya. Instansi terkait, yaitu Dinas Lingkungan Hidup (DLH) dan Cabdin ESDM memiliki keterbatasan sumber daya manusia, sehingga frekuensi pemeriksaan langsung terhadap aktivitas tambang PT. X sangat minim. Selain itu, DLH tidak lagi berwenang dalam sektor pertambangan, sehingga tidak bisa terlalu ikut campur dalam kegiatan pemeriksaan wilayah tambang. Pihak Cabdin ESDM bahkan baru mengetahui jika terdapat genangan air yang disedot kembali untuk ditambang.

Kurangnya transparansi dalam program *Corporate Social Responsibility* (CSR) dan komunikasi dalam penanganan keluhan masyarakat juga menjadi kendala. Program CSR yang dijalankan oleh PT. X dirasa kurang transparan oleh masyarakat. Penyaluran bantuan dilakukan melalui Pokja yang telah dibentuk, tetapi masyarakat kurang mengetahui rincian pasti mengenai CSR yang diberikan oleh pihak tambang. Pemerintah desa dan Pokja yang menjembatani antara masyarakat dan pihak tambang dinilai kurang tanggap terhadap keluhan dan protes masyarakat terkait dampak negatif aktivitas penambangan. Hal ini mengakibatkan masyarakat hanya bisa menerima keadaan yang ada.

Langkah 3: Merumuskan Root Definition

Proses penyusunan *root definition* dapat dilakukan dengan bantuan analisis CATWOE berdasarkan deskripsi situasi problematik pada langkah pertama, sebagai berikut:

Tabel 4. Analisis CATWOE

Komponen	Deskripsi
Customers	• Penerima manfaat dari proses transformasi dalam penelitian ini adalah masyarakat sekitar tambang batu gamping yang terpengaruh oleh aktivitas pertambangan dan pemangku kepentingan yang terlibat pada aktivitas pertambangan tersebut.
Actors	• Instansi atau pihak yang terlibat dalam aktivitas pertambangan tersebut diantaranya Cabdin ESDM Wilayah Slamet Selatan, DLH Kabupaten Banyumas, PT. X, Kantah Kabupaten Banyumas, dan Pemerintah Desa Sawangan.
Transformation	• Input: Belum adanya prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping di Tambang Semen A. • Output: Tersusunnya prosedur penerapan catur tertib pertanahan keempat, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping di Tambang Semen A.
World View	• Kegiatan pertambangan mempertimbangkan pelestarian lingkungan dan dikelola dengan asas berwawasan lingkungan.

https://doi.org/10.14710/jwl.13.2.56-81

Komponen	Deskripsi
Owners	• Pemangku kepentingan yang bertanggung jawab dalam proses transformasi, yaitu Cabdin ESDM Wilayah Slamet Selatan dan PT. X.
Environmental Constraint	• Kendala lingkungan yang berpengaruh, yaitu adanya konflik kepentingan antara pihak tambang dan masyarakat sekitar.

Sumber: Peneliti, 2024

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disusun *root definition*. *Root definition* berikut disusun berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik dan Keputusan Menteri ESDM No. 301.K/MB.01/MEM.B/2022 tentang Rencana Pengelolaan Mineral dan Batubara Nasional Tahun 2022-2027.

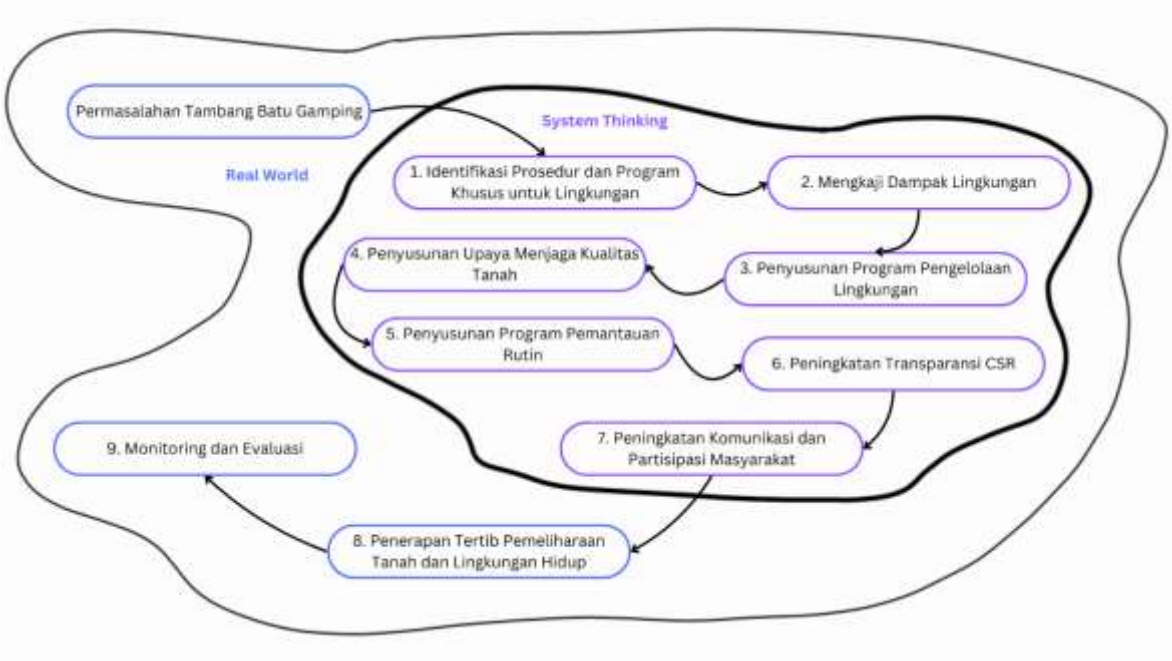
Tabel 5. *Root Definition* Permasalahan Tambang Batu Gamping Semen A

Related Situations (RS)	*Root Definition (RD)*
Belum adanya prosedur atau program khusus untuk lingkungan	• Penyiapan prosedur penanggulangan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup, *Good Mining Practice*
Perubahan lingkungan yang signifikan	• Penyiapan prosedur penanggulangan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup, *Good Mining Practice*
Degradasi kualitas tanah	• Upaya untuk menjaga kualitas tanah, *Good Mining Practice*
Kurangnya pemantauan rutin	• Pemantauan secara berkala
Kurangnya transparansi dalam CSR dan komunikasi dalam penanganan keluhan	• Pengelolaan mineral dan batubara dilakukan dengan transparan, partisipatif, dan akuntabel

Sumber: Peneliti Elaborasi dengan Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 dan Kepmen ESDM No. 301.K/MB.01/MEM.B/2022, 2024

Langkah 4: Membangun Model Konseptual

Langkah keempat dalam *Soft System Methodology* (SSM) adalah membangun model konseptual. Model konseptual ini dibuat berdasarkan *root definition* pada tahap sebelumnya. Berikut merupakan model konseptual yang telah dibuat.



Sumber: Peneliti, 2024

Gambar 6. Model Konseptual Permasalahan Tambang Batu Gamping Semen A

Berdasarkan gambar di atas, pendekatan kerangka berpikir serbasistem dalam model konseptual terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian dunia nyata (*real world*) yang ditandai dengan garis tipis, dan bagian dari sistem pemikiran (*system thinking*) yang ditandai dengan garis tebal. Dunia nyata dalam konteks ini mencakup masalah lingkungan yang terjadi di wilayah pertambangan, yang menghasilkan pilihan-pilihan atau opsi terkait sistem yang relevan untuk mencapai tujuan, yaitu tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup. Sementara itu, sistem pemikiran adalah cara berpikir dinamis yang mencakup seluruh proses dalam mencapai tujuan tersebut. Melalui kerangka berpikir serbasistem, solusi untuk permasalahan ini dapat dicapai melalui beberapa langkah, yaitu:

1. Langkah pertama adalah melakukan identifikasi prosedur serta program khusus yang diperlukan untuk penanggulangan pencemaran dan perusakan lingkungan hidup. Hal ini mencakup penerapan *Good Mining Practice* yang dilakukan. Identifikasi ini membantu dalam memahami kekurangan yang ada serta kebutuhan yang harus dipenuhi untuk mencapai pengelolaan lingkungan yang seharusnya. Proses ini melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk instansi pemerintah, pihak tambang, dan masyarakat setempat.
2. Langkah kedua adalah mengkaji dampak lingkungan yang terjadi akibat aktivitas penambangan. Kajian ini melibatkan analisis kualitas air, udara, tanah, serta dampaknya terhadap flora dan fauna di sekitar area tambang. Kajian yang komprehensif ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi sejauh mana aktivitas tambang telah mempengaruhi lingkungan dan masyarakat sekitar.
3. Setelah dampak lingkungan teridentifikasi, langkah ketiga adalah menyusun program pengelolaan lingkungan. Program ini harus terstruktur dan sesuai dengan kaidah pertambangan yang baik atau *Good Mining Practice*.
4. Langkah keempat adalah menyusun upaya untuk menjaga dan meningkatkan kualitas tanah di area tambang. Hal ini termasuk penerapan *Good Mining Practice* dalam setiap

tahap kegiatan penambangan, mulai dari persiapan lahan, penambangan, hingga pasca penambangan. Upaya ini juga mencakup program pemulihan tanah yang bertujuan untuk mengembalikan kesuburan tanah, serta mengurangi risiko erosi dan degradasi lahan.

5. Langkah kelima adalah menyusun program pemantauan rutin untuk memastikan bahwa kondisi lingkungan tetap terjaga dan dampak negatif dari aktivitas tambang dapat segera diidentifikasi serta ditangani. Pemantauan rutin ini dilakukan dengan turun langsung ke lapangan untuk memastikan bahwa semua upaya pengelolaan lingkungan berjalan sesuai rencana dan mencapai hasil yang diinginkan.
6. Langkah keenam adalah meningkatkan transparansi dalam pelaksanaan program *Corporate Social Responsibility* (CSR). Hal ini dilakukan dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam penyusunan dan pelaksanaan program CSR, serta menyampaikan informasi secara terbuka mengenai alokasi dana dan dampak dari program yang dijalankan.
7. Langkah ketujuh adalah meningkatkan komunikasi dan partisipasi masyarakat dalam setiap tahap pengelolaan lingkungan. Ini melibatkan penyediaan saluran komunikasi yang efektif dan responsif, serta melibatkan masyarakat dalam proses perencanaan, pengawasan, dan evaluasi program lingkungan.
8. Berdasarkan pelaksanaan langkah-langkah tersebut diharapkan dapat tercapai penerapan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup secara konsisten. Hal ini mencakup penerapan semua program yang telah disusun, serta memastikan bahwa setiap kegiatan penambangan dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Penerapan tertib ini penting untuk mencegah terjadinya kerusakan lingkungan dan memastikan bahwa dampak negatif dari aktivitas tambang dapat diminimalkan.
9. Kemudian dilakukan monitoring dan evaluasi secara berkala terhadap dampak kegiatan pertambangan dan efektivitas program lingkungan yang telah dijalankan. Monitoring dan evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa semua upaya pengelolaan lingkungan berjalan sesuai rencana dan mencapai hasil yang diinginkan. Hasil evaluasi digunakan untuk memperbaiki dan mengembangkan program yang lebih baik di masa mendatang, serta untuk memastikan bahwa lingkungan tetap terjaga dan program yang dijalankan bermanfaat bagi masyarakat.

Langkah 5: Membandingkan dengan Dunia Nyata

Langkah kelima dalam *Soft System Methodology* (SSM) adalah membandingkan dengan dunia nyata. Perbandingan antara model konseptual yang telah didesain pada langkah sebelumnya dengan situasi aktual di lapangan. Realitas permasalahan lingkungan di wilayah pertambangan menunjukkan bahwa masih banyak kendala yang dihadapi dalam penerapan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup. Situasi aktual di lapangan sering kali memperlihatkan bahwa program-program yang ada belum terstruktur dengan baik dan belum efektif dalam mengatasi dampak negatif dari aktivitas penambangan, serta masih belum terdapat program rutin yang dijalankan.

Tabel 6. Perbandingan Model Konseptual dengan Dunia Nyata

Model Konseptual	Tambang Semen A
Identifikasi prosedur khusus untuk lingkungan,	• Belum dilakukan
Kajian dampak lingkungan	• Belum dilakukan
Penyusunan program pengelolaan lingkungan	• Belum dilakukan

https://doi.org/10.14710/jwl.13.2.56-81

Model Konseptual	Tambang Semen A
Upaya menjaga kualitas tanah	• Belum terimplementasi dengan baik
Program pemantauan rutin	• Belum dilakukan
Peningkatan Transparansi CSR	• Belum dilakukan
Peningkatan Komunikasi dan Partisipasi Masyarakat	• Belum dilakukan

Sumber: Peneliti, 2024

Perbandingan ini menunjukkan bahwa model konseptual yang ideal, yang mencakup identifikasi prosedur khusus untuk lingkungan, kajian dampak lingkungan, penyusunan program pengelolaan lingkungan, upaya menjaga kualitas tanah, pemantauan rutin, peningkatan transparansi CSR, serta peningkatan komunikasi dan partisipasi masyarakat masih belum sepenuhnya terimplementasi di lapangan. Salah satu kendala yang ada adalah kurangnya pemantauan rutin oleh pihak yang terlibat dalam pengelolaan lingkungan di wilayah pertambangan. Hal ini disebabkan oleh kurangnya sumber daya manusia yang ada pada masing-masing instansi. Selain itu, masalah transparansi dalam pelaksanaan *Corporate Social Responsibility* (CSR) dan komunikasi yang efektif dengan masyarakat juga masih menjadi kendala. Evaluasi di dunia nyata menunjukkan bahwa banyak program CSR yang dilaksanakan oleh perusahaan tambang belum sepenuhnya transparan dan partisipatif. Keterlibatan masyarakat dalam proses pengambilan keputusan juga masih minim, yang berkontribusi pada rendahnya tingkat partisipasi dan dukungan dari masyarakat. Dengan demikian, dalam dunia nyata, penerapan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup di wilayah pertambangan masih menghadapi banyak hambatan. Kendala-kendala ini mencakup belum adanya prosedur atau program khusus untuk lingkungan, kurangnya pemantauan rutin, serta kurangnya transparansi dalam CSR dan komunikasi dalam penanganan keluhan.

Langkah 6: Mendefinisikan Perubahan yang Layak dan Diinginkan

Langkah keenam dalam metode *Soft System Methodology* (SSM) adalah mendefinisikan perubahan yang layak dan diinginkan. Langkah ini menggunakan bantuan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan beberapa kriteria, sub-kriteria, dan alternatif. Penentuan kriteria yang dipilih berdasarkan pada Lampiran Keputusan Presiden (Keppres) No. 7 Tahun 1979. Terdapat tiga kriteria penerapan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping yang saling diperbandingkan antara satu dengan lainnya. Kriteria tersebut meliputi:

A: Pencegahan kerusakan tanah

Pengendalian kerusakan tanah dilakukan agar fungsinya dapat dipertahankan dan tidak mengalami penurunan kualitas. Penurunan kualitas tanah akan berdampak langsung pada keberlangsungan keseimbangan ekologi.

B: Pemeliharaan kesuburan tanah

Kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara yang cukup dan berimbang untuk pertumbuhan dan hasil tanaman.

C: Kelestarian sumber daya alam

Kegiatan penambangan yang dilakukan wajib disertai dengan pengelolaan lingkungan hidup sesuai dengan dokumen lingkungan hidup dengan tujuan untuk pencegahan dan penanggulangan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup.

Pencegahan kerusakan tanah diamati berdasarkan beberapa parameter yang menjadi sub-kriteria. Pengamatan parameter-parameter kriteria baku kerusakan tanah dilakukan berdasarkan metode yang telah ditetapkan pada PP No. 150 tahun 2000. Secara teknis, tata cara pengukuran parameter-parameter tersebut diuraikan dalam Permen LH No. 07 tahun 2006. Parameter kerusakan tanah tersebut meliputi:

A: Ketebalan solum

Solum tanah memengaruhi ketersediaan unsur hara atau mineral yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dengan baik. Lahan dengan solum tebal memiliki daya dukung lebih besar untuk pertumbuhan tanaman, sedangkan lahan dengan solum tipis atau tanpa solum tanah memiliki daya dukung yang rendah. Lahan yang telah kehilangan solum tanah dapat dikategorikan sebagai lahan yang kritis.

B: Kebatuan permukaan

Persentase kebatuan permukaan akan memengaruhi kemudahan suatu lahan untuk diolah. Semakin tinggi persentase kebatuan permukaan, akan semakin sulit lahan tersebut diolah.

C: Komposisi fraksi pasir

Tekstur tanah mempengaruhi jumlah air dan udara di dalam tanah yang akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Semakin kecil ukuran partikel tanah maka jumlah air, udara, dan unsur hara yang terserap akan semakin meningkat.

D: Berat isi

Berat isi (BI) tanah adalah berat tanah utuh (*undisturbed*) dalam keadaan kering dibagi dengan volume tanah. Nilai BI tanah berbanding lurus dengan tingkat kekasaran partikel-partikel tanah, semakin kasar akan semakin berat. Berat isi tanah juga erat kaitannya dengan tingkat kepadatan tanah.

Pemeliharaan kesuburan tanah dapat diukur dengan beberapa indikator yang menjadi sub-kriteria (Purba et al., 2021). Indikator kesuburan tanah tersebut meliputi:

A: Kejenuhan basa

Kejenuhan basa menunjukkan akumulasi susunan kation dalam tanah. Peningkatan persentase kejenuhan basa mencerminkan kenaikan kandungan basa-basa tanah yang berkontribusi pada optimalisasi kesuburan kimiawi secara menyeluruh.

B: Kapasitas absorbsi

Kapasitas absorbsi adalah kemampuan tanah untuk mengikat suatu kation dan anion melalui partikel koloid tanah (koloid liat dan koloid organik). Kapasitas absorbsi menunjukkan kemampuan tanah dalam melakukan aktivitas pertukaran hara. Semakin tinggi nilai kapasitas absorbsi maka kesuburan tanah semakin baik.

C: Kandungan liat

Kandungan liat mencerminkan kandungan koloid tanah. Semakin tinggi kandungan koloid ini juga menunjukkan tingkat kesuburan tanah yang lebih baik. Namun, keseimbangan dengan komponen tanah lainnya perlu diperhatikan karena dominasi kandungan koloid liat dapat mengurangi pergerakan air dan udara dalam tanah.

D: Kandungan bahan organik

Kandungan bahan organik adalah indikator paling penting dalam kesuburan tanah karena mampu merubah sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, kimia dan sifat biologi tanah.

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan terdapat beberapa alternatif yang dapat dilakukan selain dengan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup. Alternatif tersebut meliputi:

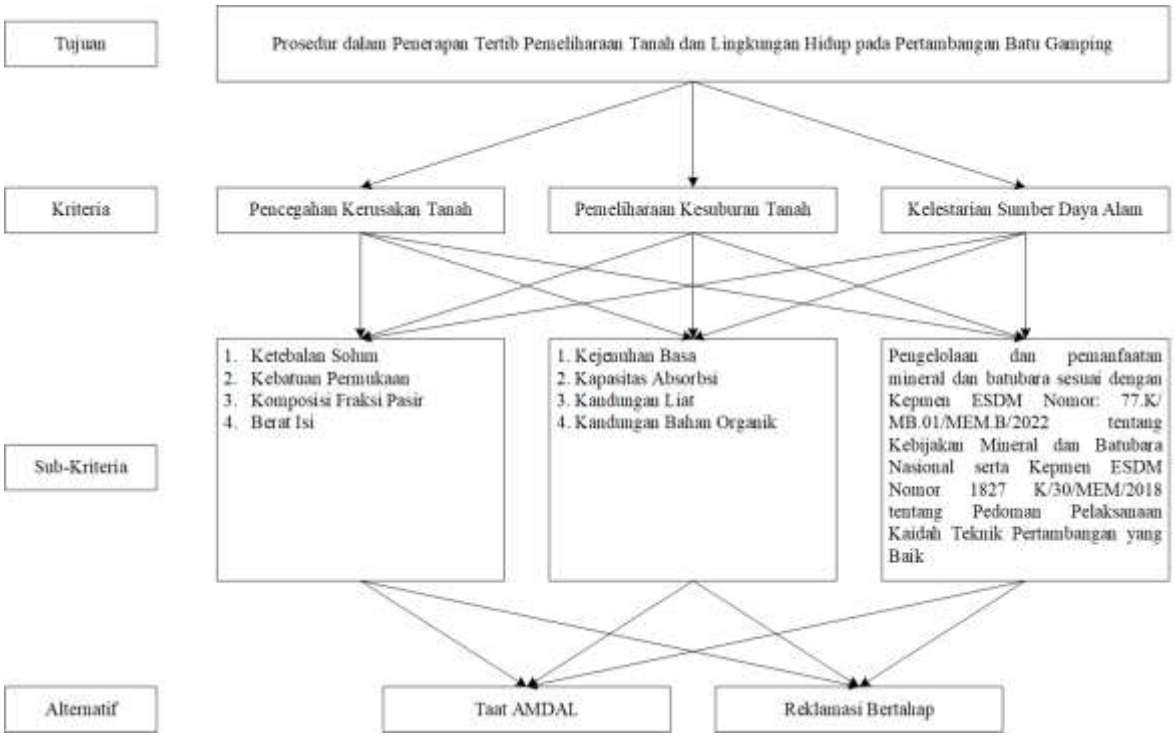
A: Taat Amdal

Mematuhi Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal) dalam sektor pertambangan penting dilakukan untuk memastikan bahwa aktivitas pertambangan berjalan sesuai komitmen yang telah dibuat.

B: Reklamasi bertahap

Reklamasi secara bertahap dalam industri pertambangan adalah langkah untuk memulihkan dan mengembalikan kondisi lingkungan yang terganggu akibat aktivitas pertambangan dengan tujuan memastikan keberlanjutan dan pemulihan lahan yang telah ditambang.

Berdasarkan penentuan kriteria, sub-kriteria, dan alternatif yang telah dilakukan, dapat disusun struktur hierarki sebagai berikut:



Sumber: Penulis, 2024

Gambar 7. Struktur Hierarki Prosedur dalam Penerapan Tertib Pemeliharaan Tanah dan Lingkungan Hidup pada Pertambangan Batu Gamping

Penentuan prioritas dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada responden terkait. Pemilihan responden menggunakan metode *purposive sampling* dengan memilih pihak-pihak yang terlibat dalam sektor pertambangan dan lingkungan. Penyebaran kuesioner tersebut menghasilkan tingkat kepentingan kriteria dengan ketentuan *Consistency Ratio* (CR) ≤ 0,1, sebagai berikut (Yustiar et al., 2020):

Tabel 7. Penghitungan Kriteria

Kriteria	Pencegahan Kerusakan Tanah	Pemeliharaan Kesuburan Tanah	Kelestarian SDA	Rata-Rata	Rank-ing	λ Maks	CI	CR
Pencegahan Kerusakan Tanah	0,97	0,97	0,95	0,96	1	3,07	0,03	**0,06**
Pemeliharaan Kesuburan Tanah	0,02	0,02	0,05	0,03	2			
Kelestarian SDA	0,01	0,004	0,01	0,01	3			

Sumber: Penulis, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk permasalahan lingkungan di wilayah pertambangan, pencegahan kerusakan tanah menjadi prioritas utama dengan nilai 0,96. Pemeliharaan kesuburan tanah memiliki nilai 0,03, menunjukkan prioritas yang jauh lebih rendah. Terakhir, kelestarian sumber daya alam (SDA) memiliki nilai 0,01, menjadikannya prioritas paling rendah. Fokus utama dalam mengatasi permasalahan lingkungan di wilayah pertambangan adalah pada pencegahan kerusakan tanah, diikuti oleh pemeliharaan kesuburan tanah, dan kelestarian SDA untuk mencapai pengelolaan lingkungan yang efektif di area pertambangan. Penghitungan sub-kriteria pencegahan kerusakan tanah menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Penghitungan Sub-Kriteria Pencegahan Kerusakan Tanah

Sub-Kriteria	Ketebalan Solum	Kebatuan Permukaan	Komposisi Fraksi Pasir	Berat Isi	Rata-Rata	Rank-ing	λ Maks	CI	CR
Ketebalan Solum	0,92	0,89	0,92	0,94	0,92	1	4,02	0,01	**0,01**
Kebatuan Permukaan	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	4			
Komposisi Fraksi Pasir	0,06	0,08	0,06	0,05	0,06	2			
Berat Isi	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	3			

Sumber: Penulis, 2024

Hasil analisis menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menunjukkan bahwa sub-kriteria pencegahan kerusakan tanah dengan ketebalan solum memperoleh prioritas tertinggi dengan nilai 0,92. Dalam analisis ini, komposisi fraksi pasir memiliki nilai 0,06, yang menandakan pentingnya meskipun masih berada di bawah ketebalan solum. Berat isi mendapatkan nilai 0,02, sedangkan kebatuan permukaan memiliki nilai yang sangat rendah, yaitu 0,002, sehingga tidak menjadi prioritas. Temuan ini menunjukkan bahwa upaya pengelolaan lingkungan di area pertambangan harus memprioritaskan peningkatan ketebalan solum. Aspek-aspek lainnya, meskipun memiliki relevansi tetapi memiliki

tingkat prioritas yang lebih rendah dibandingkan dengan yang lainnya. Berikut merupakan hasil penghitungan sub-kriteria pemeliharaan kesuburan tanah yang telah dilakukan:

Tabel 9. Penghitungan Sub-Kriteria Pemeliharaan Kesuburan Tanah

Sub-Kriteria	Kejenuhan Basa	Kapasitas Absorbsi	Kandungan Liat	Kandungan Bahan Organik	Rata-Rata	Rank-ing	λ Maks	CI	CR
Kejenuhan Basa	0,25	0,36	0,14	0,25	0,25	2	4,09	0,03	**0,03**
Kapasitas Absorbsi	0,003	0,005	0,004	0,01	0,004	3			
Kandungan Liat	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	4			
Kandungan Bahan Organik	0,75	0,64	0,85	0,75	0,75	1			

Sumber: Penulis, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk sub-kriteria pemeliharaan kesuburan tanah menunjukkan bahwa kandungan bahan organik menjadi prioritas utama dengan nilai 0,75. Kejenuhan basa menempati prioritas kedua dengan nilai 0,25, menunjukkan kepentingannya setelah kandungan bahan organik. Kapasitas absorbsi dengan nilai 0,004, menunjukkan bahwa meskipun relevan, ia tidak sepenting kandungan bahan organik atau kejenuhan basa. Kandungan liat memperoleh nilai 0,001, tidak dianggap sebagai prioritas dalam konteks ini. Hasil ini menekankan bahwa fokus utama dalam pengelolaan lingkungan di area pertambangan harus diarahkan pada peningkatan kandungan bahan organik, dengan perhatian tambahan pada kejenuhan basa untuk memastikan prosedur pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup yang efektif. Hasil penghitungan prioritas alternatif yang telah didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Penghitungan Alternatif

Alternatif	Taat Amdal	Reklamasi Bertahap	Rata-Rata	Ranking
Taat Amdal	1,0	1,0	1,0	1
Reklamasi Bertahap	0,0	0,0	0,0	2

Sumber: Penulis, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil bahwa selain menerapkan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup, dapat juga dilakukan alternatif berupa taat Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal). Taat Amdal memperoleh prioritas tertinggi dengan nilai 1,0. Hal ini menunjukkan bahwa mematuhi ketentuan Amdal adalah faktor yang penting dalam pengelolaan lingkungan di area pertambangan. Sebaliknya, reklamasi bertahap mendapat nilai 0,0 menunjukkan bahwa dalam konteks ini, langkah-langkah bertahap untuk reklamasi tidak dianggap sebagai prioritas utama.

Langkah 7: Melakukan Tindakan untuk Memperbaiki Situasi Problematik

Langkah ketujuh atau langkah terakhir dalam metode *Soft System Methodology* (SSM) adalah melakukan tindakan untuk memperbaiki situasi problematik. Langkah ini menggunakan hasil dari *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pada langkah sebelumnya. Hasil tersebut adalah prosedur dalam tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping. Urutan langkah berikut didapatkan dari hasil diskusi dengan pihak Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas.

Prosedur penerapan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping Semen A di Banyumas dilakukan melalui tiga langkah berulang. Langkah pertama melibatkan pencegahan kerusakan tanah dengan memperhatikan ketebalan solum, komposisi fraksi pasir, berat isi, dan kebatuan permukaan. Langkah kedua meliputi pemeliharaan kesuburan tanah melalui pemantauan kandungan bahan organik, kejenuhan basa, kapasitas absorbsi, dan kandungan liat. Langkah ketiga bertujuan mewujudkan kelestarian sumber daya alam dengan mengelola dan memanfaatkan mineral dan batubara sesuai dengan Kepmen ESDM Nomor: 77.K/MB.01/MEM.B/2022 tentang Kebijakan Mineral dan Batubara Nasional serta Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Standar dalam prosedur tersebut dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 11. Standar Kelengkapan/Persyaratan Prosedur

Kegiatan	Kelengkapan/Persyaratan	Standar Kelengkapan/Persyaratan
Pencegahan kerusakan tanah	• Data ketebalan solum • Data komposisi fraksi pasir • Data berat isi • Data kebatuan permukaan	• Ketebalan solum di atas 20 cm • Komposisi fraksi pasir di bawah 52% • Berat isi di bawah 1,4 g/cm3 • Kebatuan permukaan di bawah 40%
Pemeliharaan kesuburan tanah	• Data kandungan bahan organik • Data kejenuhan basa • Data kapasitas absorbsi • Data kandungan liat	• Kandungan bahan organik 2%-5% • Kejenuhan basa 36%-50% • Kapasitas absorbsi dengan Kapasitas Tukar Kation (KTK) 17 me/100 g-40 me/100 g • Kandungan liat
Kelestarian sumber daya alam	• Pengelolaan dan pemanfaatan mineral dan batubara sesuai dengan Kepmen ESDM Nomor: 77.K/MB.01/MEM.B/2022 tentang Kebijakan Mineral dan Batubara Nasional serta Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik	• Berdasarkan pedoman pengelolaan lingkungan hidup dalam Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik

Sumber: Keppres No. 7 Tahun 1979, Kepmen ESDM Nomor: 77.K/MB.01/MEM.B/2022, Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018, (Suwardi et al., 2021), dan (Permana et al., 2023)

Prosedur penerapan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping Semen A di Banyumas disusun secara lengkap sebagai berikut:

PROSEDUR PENERAPAN TERTIB PEMELIHARAAN TANAH DAN LINGKUNGAN HIDUP PADA PERTAMBANGAN BATU GAMPING SEMEN A DI BANYUMAS

Tujuan

Prosedur ini sebagai pedoman dalam pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup di tambang batu gamping Semen A di Banyumas

Pengertian

1. Prosedur penerapan tertib pemeliharaan tanah dan lingkungan hidup pada pertambangan batu gamping Semen A di Banyumas dilakukan melalui tiga langkah berulang, yaitu pencegahan kerusakan tanah, pemeliharaan kesuburan tanah, dan kelestarian sumber daya alam.
2. Pengendalian kerusakan tanah dilakukan agar fungsinya dapat dipertahankan dan tidak mengalami penurunan kualitas. Penurunan kualitas tanah akan berdampak langsung pada keberlangsungan keseimbangan ekologi.
3. Kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara yang cukup dan berimbang untuk pertumbuhan dan hasil tanaman.
4. Kelestarian sumber daya alam mencakup kegiatan penambangan yang dilakukan wajib disertai dengan pengelolaan lingkungan hidup sesuai dengan dokumen lingkungan hidup dengan tujuan untuk pencegahan dan penanggulangan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup.
5. Ketebalan solum tanah memengaruhi ketersediaan unsur hara atau mineral yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dengan baik. Lahan dengan solum tebal memiliki daya dukung lebih besar untuk pertumbuhan tanaman, sedangkan lahan dengan solum tipis atau tanpa solum tanah memiliki daya dukung yang rendah. Lahan yang telah kehilangan solum tanah dapat dikategorikan sebagai lahan yang kritis.
6. Persentase kebatuan permukaan akan memengaruhi kemudahan suatu lahan untuk diolah. Semakin tinggi persentase kebatuan permukaan, akan semakin sulit lahan tersebut diolah.
7. Komposisi fraksi pasir berhubungan dengan tekstur tanah. Tekstur tanah ini mempengaruhi jumlah air dan udara di dalam tanah yang akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Semakin kecil ukuran partikel tanah maka jumlah air, udara, dan unsur hara yang terserap akan semakin meningkat.
8. Berat isi (BI) tanah adalah berat tanah utuh (*undisturbed*) dalam keadaan kering dibagi dengan volume tanah. Nilai BI tanah berbanding lurus dengan tingkat kekasaran partikel-partikel tanah, semakin kasar akan semakin berat. Berat isi tanah juga erat kaitannya dengan tingkat kepadatan tanah.
9. Kejenuhan basa menunjukkan akumulasi susunan kation dalam tanah. Peningkatan persentase kejenuhan basa mencerminkan kenaikan kandungan basa-basa tanah yang berkontribusi pada optimalisasi kesuburan kimiawi secara menyeluruh.
10. Kapasitas absorbsi adalah kemampuan tanah untuk mengikat suatu kation dan anion melalui partikel koloid tanah (koloid liat dan koloid organik). Kapasitas absorbsi menunjukkan kemampuan tanah dalam melakukan aktivitas pertukaran hara. Semakin tinggi nilai kapasitas absorbsi maka kesuburan tanah semakin baik.
11. Kandungan liat mencerminkan kandungan koloid tanah. Semakin tinggi kandungan koloid ini juga menunjukkan tingkat kesuburan tanah yang lebih baik. Namun, keseimbangan dengan komponen tanah lainnya perlu diperhatikan karena dominasi kandungan koloid liat dapat mengurangi pergerakan air dan udara dalam tanah.
12. Kandungan bahan organik adalah indikator paling penting dalam kesuburan tanah karena mampu merubah sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, kimia dan sifat biologi tanah.

Prosedur

No.	Kegiatan	Pemegang IUP	Dinas Lingkuang Hidup Kabupaten Banyumas	Cabang Dinas ESDM Wilayah Slamet Selatan	Kelengkapan/Persyaratan	Standar Kelengkapan/ Persyaratan	*Output*	Keterangan
1.	Pencegahan kerusakan tanah			Tidak Ya	a. Data ketebalan solum b. Data komposisi fraksi pasir c. Data berat isi d. Data kebatuan permukaan	a. Ketebalan solum di atas 20 cm b. Komposisi fraksi pasir di bawah 52% c. Berat isi di bawah 1,4 g/cm3 d. Kebatuan permukaan di bawah 40%	Hasil evaluasi dokumen pencegahan kerusakan tanah	Proses pengurusan 5 hari kerja
2.	Pemeliharaan kesuburan tanah			Tidak Ya	a. Data kandungan bahan organik b. Data kejenuhan basa c. Data kapasitas absorbsi d. Data kandungan liat	a. Kandungan bahan organik 2%-5% b. Kejenuhan basa 36%-50% c. Kapasitas absorbsi dengan Kapasitas Tukar Kation (KTK) 17 me/100 g-40 me/100 g d. Kandungan liat yang seimbang dengan jumlah komponen tanah yang lain	Hasil evaluasi dokumen pemeliharaan kesuburan tanah	Proses pengurusan 5 hari kerja
3.	Kelestarian sumber daya alam			Tidak Ya	Pengelolaan dan pemanfaatan mineral dan batubara sesuai dengan Kepmen ESDM Nomor: 77.K/MB.01/MEM.B/2022 tentang Kebijakan Mineral dan Batubara Nasional serta Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik	Berdasarkan pedoman pengelolaan lingkungan hidup dalam Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik	Hasil evaluasi dokumen kelestarian sumber daya alam	Proses pengurusan 5 hari kerja
4.	Pertambangan sesuai *Good Mining Practice*							

: Input/Output
: Proses
: Keputusan

Sumber: Penulis, 2024, Keppres No. 7 Tahun 1979, Kepmen ESDM Nomor: 77.K/MB.01/MEM.B/2022, Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018, (Suwardi et al., 2021), dan (Permana et al., 2023)

Gambar 8. Prosedur Penerapan Tertib Pemeliharaan Tanah dan Lingkungan Hidup pada Pertambangan Batu Gamping Semen A

Keterangan:

1. Pencegahan Kerusakan Tanah
   a. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas menerima dokumen pencegahan kerusakan tanah dari pemegang IUP. Setelah dilakukan pengecekan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas, kemudian dilakukan pengecekan oleh Cabang Dinas ESDM Wilayah Slamet Selatan.
   b. Dokumen pencegahan kerusakan tanah dilengkapi dengan:
      - Data ketebalan solum
      - Data komposisi fraksi pasir
      - Data berat isi
      - Data kebatuan permukaan

2. Pemeliharaan Kesuburan Tanah
   a. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas menerima dokumen pemeliharaan kesuburan tanah dari pemegang IUP. Setelah dilakukan pengecekan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas, kemudian dilakukan pengecekan oleh Cabang Dinas ESDM Wilayah Slamet Selatan.
   b. Dokumen pemeliharaan kesuburan tanah dilengkapi dengan:

- Data kandungan bahan organik
- Data kejenuhan basa
- Data kapasitas absorbs
- Data kandungan liat

3. Kelestarian sumber daya alam
   a. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas menerima dokumen kelestarian sumber daya alam dari pemegang IUP. Setelah dilakukan pengecekan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas, kemudian dilakukan pengecekan oleh Cabang Dinas ESDM Wilayah Slamet Selatan.
   b. Dokumen kelestarian sumber daya alam dilengkapi dengan penjelasan mengenai pengelolaan dan pemanfaatan mineral dan batubara sesuai dengan Kepmen ESDM Nomor: 77.K/MB.01/MEM.B/2022 tentang Kebijakan Mineral dan Batubara Nasional serta Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa kegiatan pertambangan batu gamping di Desa Sawangan yang dilakukan oleh PT. X telah mengakibatkan dampak lingkungan bagi masyarakat setempat. Dampak ini mencakup angin kencang yang membawa debu dan peningkatan suhu udara akibat hilangnya pohon, kebisingan dari aktivitas alat berat yang beroperasi hingga malam hari, serta kekeringan sumber air sejak adanya tambang. Kondisi ini telah mengubah wilayah yang tadinya merupakan bukit menjadi gersang. Hilangnya pohon juga berkontribusi terhadap degradasi kualitas tanah. Dengan demikian, masyarakat mengalami dampak lingkungan yang merugikan dari aktivitas pertambangan ini.

Kendala yang dihadapi dalam mengelola dampak lingkungan tersebut termasuk belum adanya prosedur atau program khusus untuk menangani masalah lingkungan secara efektif. Perubahan lingkungan yang signifikan telah terjadi, dengan degradasi kualitas tanah dan kurangnya pemantauan rutin terhadap aktivitas pertambangan. Transparansi dalam program *Corporate Social Responsibility* (CSR) juga kurang, menyebabkan kalangan masyarakat tidak merasakan manfaatnya secara merata. Selain itu, komunikasi yang efektif dalam penanganan keluhan masyarakat tidak berjalan dengan baik, sehingga hanya bisa menerima keadaan yang ada. Akibatnya, respon terhadap masalah lingkungan dan sosial menjadi tidak optimal.

Untuk mencapai pertambangan yang berwawasan lingkungan, perlu disiapkan prosedur penanggulangan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup yang efektif. Praktik pertambangan yang baik atau *Good Mining Practice* harus diterapkan untuk memastikan kelestarian lingkungan. Upaya untuk menjaga kualitas tanah juga harus menjadi prioritas, dengan pemantauan secara berkala untuk mendeteksi dan mengatasi dampak negatif dari aktivitas pertambangan. Pengelolaan mineral dan batubara harus dilakukan dengan prinsip transparansi, partisipasi, dan akuntabilitas. Hal ini akan membantu mengurangi dampak negatif dan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap pihak-pihak terkait.

Daftar Pustaka

Abdullah, F., Paillin, D. B., Camerling, B. J., & Tupan, J. M. (2022). Analisis Pemilihan Supplier Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP). *Archipelago Engineering (ALE)*, *5*, 85–91.

Barusman, M. Y. S., Citra, A., Oktavianur, M., & Redaputri, A. P. (2020). Pengambilan Keputusan Penempatan

Jabatan Struktural Aparatur Sipil Negara (ASN). *Jurnal Aplikasi Bisnis Dan Manajemen*, *6*(3), 459–467. https://doi.org/10.17358/jabm.6.3.459

Budiati, L., Hasthi, S., & Sarwendo, B. (2024). *Buku Ajar Soft System Methodology Teori dan Praktik* (F. Mirza, Ed.). CV. Istana Agency.

Burge, S. (2015). System Thinking: Approaches and Methodologies An Overview of the Soft Systems Methodology. *Burge Hughes Walsh*, 1–14.

Busira, K. (2021). Pengaruh Penambangan Batu Gamping Terhadap Kondisi Lahan dan Air Tanah Dalam di Desa Bedoyo, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Jurnal Teknologi Dan Manajemen, 2(2), 53–58. https://doi.org/10.31284/j.jtm.2021.v2i2.1880

Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas. (2022). *Laporan Penyusunan Informasi Kerusakan Lahan dan atau Tanah untuk Produksi Biomassa Kecamatan Patikraja*.

Faikar, F. A., & Chamid, C. (2020). Kajian Dampak Kegiatan Industri Pertambangan Batu Gamping di Desa Citatah Kecamatan Cipatat Kabupaten Bandung Barat. Prosiding Perencanaan Wilayah Dan Kota, 6(1), 43–53.

Ganapathi, H., & Phukan, M. (2020). *Environmental Hazards of Limestone Mining and Adaptive Practices for Environment Management Plan* (pp. 121–134). https://doi.org/10.1007/978-3-030-38152-3_8

Imron. (2019). Penerapan Metode AHP pada Penentuan Sales Terbaik Studi Kasus: PT Sampoerna Telekomunikasi Indonesia. *Jurnal Teknik Komputer*, *5*(1), 127–134. https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2

Irvan, V. M. (2021). Kajian Kemampuan Produksi Unit Crushing Plant Limestone di PT. Sinar Tambang Arthalestari, Banyumas, Jawa Tengah. *Jurnal Eksakta Kebumian*, *2*(3), 400–405.

Karay, J. B., Manongga, D., & Purnomo, H. D. (2020). Penerapan Soft System Methodology dalam Ekstraksi Pengetahuan Tentang Akreditasi Universitas XYZ. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, *10*(2), 180–187. https://doi.org/10.21456/vol10iss2pp180-187

Lim, J. M., & Humdiana. (2021). Implementasi Algoritma Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Aplikasi Penjualan Online dengan Studi Kasus: Lauren's Clothes. *Jurnal Informatika Dan Bisnis*, *10*(2).

Makalalag, A. D., Tewal, S. T. R., & Nixon Jefres, S. (2023). Dampak Sosial Pengelolaan Batu Kapur terhadap Lingkungan Masyarakat Desa Lobong Kecamatan Passi Barat Kabupaten Bolaang Mongondow. Jurnal Social Science, 11(2), 85–90.

Mayola, L., Afdhal, M., Rita, & Yuhandri, M. H. (2023). Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru. *Jurnal KomtekInfo*, *10*(2), 81–86. https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v10i2.371

Muhardi, Faurizal, & Widodo. (2020). Analisis Pengaruh Intrusi Air Laut terhadap Keberadaan Air Tanah di Desa Nusapati, Kabupaten Mempawah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Indonesian Journal of Applied Physics*, *10*(2), 89–96.

Naser, M. A., Manaf, M., & Budiharto, T. (2021). Pengendalian Pemanfaatan Ruang Kawasan Terdampak Banjir di Perkotaan Sinjai. *Journal of Urban Planning Studies*, *1*(2), 147–164. https://ejournalfakultasteknikunibos.id/index.php/jups/index

Permana, I., Anggoro, O., Carsidi, D., Alam, S., Sihaloho, N. K., Killa, Y. M., Wida, W. O. A., Putra, R., Mutiara, C., Masnang Andi, Wirda, Z., & Elizabeth, R. (2023). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan* (D. P. Sari, Ed.; Cetakan Pertama). Get Press Indonesia.

Purba, T., Ningsih, H., Junaedi, P. A. S., Junairiah, B. G., Firgiyanto, R., & Arsi. (2021). Tanah dan Nutrisi Tanaman (A. Karim, Ed.). Yayasan Kita Menulis.

Republik Indonesia. (1979). *Keputusan Presiden Nomor 7 Tahun 1979 tentang Rencana Pembangunan Lima Tahun (REPELITA III) 1978/80–1983/84*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1979 Nomor 9.

Republik Indonesia. (2000). *Peraturan Pemerintah Nomor 150 Tahun 2000 tentang Pengelolaan Kerusakan dan Pencemaran Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2000 Nomor 200.

Republik Indonesia. (2006). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2006 tentang Tata Cara Pengukuran Parameter Kerusakan Tanah*. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 45.

Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 68.

Republik Indonesia. (2018). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor*

1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 1954.

Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 45.

Republik Indonesia. (2022). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 77.K/MB.01/MEM.B/2022 tentang Kebijakan Mineral dan Batubara Nasional*. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022.

Republik Indonesia. (2022). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 301.K/MB.01/MEM.B/2022 tentang Rencana Pengelolaan Mineral dan Batubara Nasional Tahun 2022–2027*. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 478.

Sari, A. S., & Yanuby, P. (2021). Analisis Kualitas Air Akibat Penambangan Batugamping di Desa Sidorejo Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Prosiding Seminar Teknologi Kebumian Dan Kelautan (SEMITAN), 3(1), 12–17.

Septiana, T. D., & Maulany, R. (2021). Pengembangan Manajemen Data dan Informasi Menggunakan Analisis Soft System Methodology di Universitas Advent Indonesia. *Jurnal TeIKa*, *11*(1), 1–13.

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Sutopo, Ed.; Edisi Kedua). Alfabeta.

Sutaryono. (2023). Mewujudkan Catur Tertib Pertanahan. *Kolom OPINI*, 11. https://repository.stpn.ac.id/3914/

Suwardi, Purwandaru, Kusuma, R. E., & Hanifa, H. (2021). *Identifikasi Degradasi Lahan Berdasarkan Sifat Fisika Tanah di DAS Merawu, Banjarnegara, Jawa Tengah*. 179–185.

Yanto, M. (2021). Sistem Penunjang Keputusan dengan Menggunakan Metode AHP dalam Seleksi Produk. *Jurnal Teknologi Dan Informasi Bisnis*, *3*(1), 167–174. https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i1.161

Yustiar, M. H., Daniati, E., & Andriyanto, T. (2020). Pemilihan Ruko Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 39–44.