



Research Paper

# Strategi dan Kebijakan Pemanfaatan Sumber Daya Alam/SDA Lokal Material Tambang untuk mendukung Proyek Strategis Nasional Bidang Infrastruktur Ketenagalistrikan (Studi Kasus Material Bentonit untuk Produksi *Ground Enhancement Material*)

Andis Priswantoro<sup>1</sup>, Poerwanto Soeseno<sup>2</sup>, Jakah<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Perencana Ahli Muda, Biro Perencanaan dan Keuangan BRIN, Anggota PPPI BRIN

<sup>2</sup> Perencana Ahli Madya, Organisasi Riset Nanoteknologi dan Material – BRIN, Anggota PPPI BRIN

\* **Koresponden:** Andis Priswantoro, Email : [andi016@brin.go.id](mailto:andi016@brin.go.id); [andis.priswantoro@gmail.com](mailto:andis.priswantoro@gmail.com);

## CITATION

Andis Priswantoro, Poerwanto Soeseno, Jakah. (2024). Strategi dan Kebijakan Pemanfaatan Sumber Daya Alam/SDA Lokal Material Tambang untuk mendukung Proyek Strategis Nasional Bidang Infrastruktur Ketenagalistrikan (Studi Kasus Material Bentonit untuk Produksi *Ground Enhancement Material*). Indonesian Journal of Transformation Studies. Volume(1): 1.

## ARTICLE INFO

Received: 27 August 2024

Accepted: 24 October 2024

Available online: 9 December 2024

**Abstrak :** Proyek strategis nasional bidang infrastruktur bidang ketenagalistrikan berupa pengungkapan, pemanfaatan sumber daya alam/SDA lokal terdapat gap yang belum berpihak pada bahan baku lokal. Permasalahan substansial yang muncul meliputi : (a) pengelolaan sumber daya alam, (b) peningkatan nilai tambah material/mineral, (c) penambangan ramah lingkungan, dan (e) eksplorasi pertambangan. Sehingga diperlukan suatu kebijakan yang diharapkan mampu mendorong pengungkapan dan pemanfaatan SDA lokal serta alternatif solusinya. *Policy paper* ini dikaji dengan metode pendekatan campuran (*mixed method*), yaitu menggabungkan antara kuantitatif dan kualitatif, mulai dari *scoring* dan *overlay (superimpose)* dengan paradigma positivistik, dengan mengacu pada data primer dan data sekunder hasil kajian strategi kebijakan di lokasi penghasil bentonit, kecamatan Karangnunggal, Tasikmalaya, Jawa Barat. Hasil perhitungan, pertimbangan evaluasi investasi rencana usaha produksi *Ground Enhancement Material* (GEM) menunjukkan potensi nilai tambah yang signifikan, tingkat pengembalian investasi dan keuntungan cukup tinggi; jangka waktu pengembalian investasi yang relatif pendek, sehingga secara teknis dan finansial, investasinya layak memiliki potensi dalam memberikan keuntungan bagi industri, pemerintah daerah dan masyarakat. Melihat potensi tersebut, alternatif pilihan kebijakan dapat diambil dengan penyusunan pedoman penambangan ramah lingkungan sebagai turunan pelaksanaan Peraturan Daerah Provinsi dan Kabupaten serta Rencana Strategis dan Rencana Kerja Pembangunan Daerah.

**Kata kunci:** Strategi; Kebijakan; Proyek Strategis Nasional; Bentonit; Material

## 1. Pendahuluan

Di Indonesia tingkat kejadian sambaran petir mencapai 32 sambaran per km<sup>2</sup>/tahun, hal tersebut tentu menimbulkan ancaman yang cukup serius akan kelangsungan makhluk hidup, infrastruktur, termasuk kelistrikan, peralatan elektronik, dan jaringan telekomunikasi (Arshad et al., 2020; Basrin et al., 2021; Halim et al., 2019; Jakah et al., 2021). Dalam konteks ini, pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi yang pesat juga tidak dapat dihindari, dan secara sistemik mempengaruhi berbagai aspek kehidupan (Adamczyk et al., 2019). Penggunaan peralatan elektronik dan mikroprosesor menjadi sangat penting dalam hampir semua aspek kehidupan, tetapi peralatan tersebut rentan terhadap

pengaruh impuls elektromagnetik yang disebabkan oleh sambaran petir (Kuan & Chew, 2019; Pisapan et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi petir yang efektif guna mengurangi risiko bahaya dan kerugian yang ditimbulkan dari aktivitas petir. Proyek strategis nasional terutama bidang infrastruktur bidang ketenagalistrikan saat ini dengan pengungkapan, pemanfaatan sumber daya alam/SDA lokal terdapat *gap* yang belum berpihak pada bahan baku lokal. Masalah tersebut secara tidak langsung disebabkan karena belum diketahuinya bahan baku lokal dalam mendukung daya saing dan nilai tambah. Beberapa permasalahan substansial: (a) pengelolaan sumber daya alam; (b) peningkatan nilai tambah material/mineral; (c) penambangan ramah lingkungan; dan (e) eksplorasi pertambangan. Beberapa permasalahan tersebut melalui kebijakan ini diharapkan mampu mendorong pengungkapan dan pemanfaatan SDA lokal serta alternatif solusinya.

Tujuan strategi dan kebijakan ini, dimaksudkan untuk pengungkapan dan pemanfaatan bentonit: (a) pengelolaan; (b) peningkatan nilai tambah material/mineral; (c) penambangan ramah lingkungan; dan (e) eksplorasi penambangannya. Adapun nilai tambah ke arah penilaian kelayakan investasi produksi *Ground Enhancement Material* (GEM) sebagai substitusi impor berbahan baku utama bentonit. Kajian bentonit Tasikmalaya, Jawa Barat merupakan daerah berpotensi bentonit yang cukup tinggi. Data statistik menyebutkan impor bentonit sampai tahun 2005 tercatat 162.424 ton keperluan menutupi konsumsi dalam negeri (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2005) (Fisli & Mujinem, 2008). Kondisi tersebut menunjukkan kebutuhan bentonit cukup menjadi perhatian dan potensi, sehingga diperlukan strategi, kebijakan pemanfaatan SDA lokal untuk mendukung Proyek Strategis Nasional/PSN bidang infrastruktur ketenagalistrikan, mulai dari eksplorasi, sampai dengan produksi.

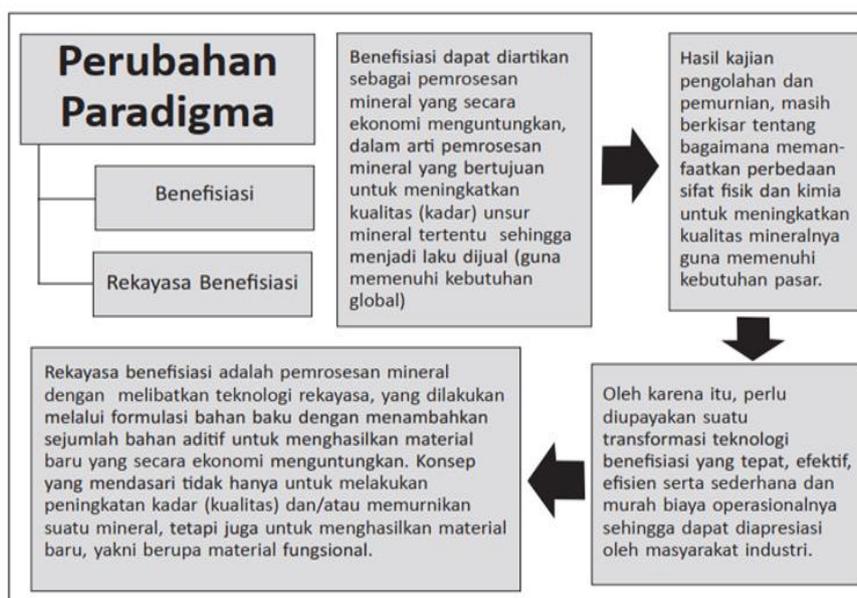
## 2. Kajian Literatur

Perubahan paradigma mengenai eksplorasi konservatif dimaknai dengan penekanan pada optimalisasi sumber daya mineral berbentuk pemanfaatan yang dapat memberikan keuntungan serta pembangunan berkelanjutan. Fokus pembangunan berkelanjutan antara lain: (1) pertumbuhan (*pro-growth*); (2) mengurangi kemiskinan (*pro-poor*); (3) membuka lapangan kerja (*pro-job*); (4) pertimbangan keseimbangan lingkungan (*pro-environment*). Hal tersebut memerlukan penilaian yang cermat dalam pengelolaan serta manajemen pemanfaatannya. Paradigma eksplorasi konservatif membawa ekstraksi, eksplorasi sumber daya alam kearah pemenuhan pembangunan, pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan sehari-hari. Ekonomi melalui benefisiasi diartikan sebagai pemanfaatan melalui proses mineral secara menguntungkan. Eksplorasi saat ini dituntut mengikuti perubahan dari paradigma benefisiasi menjadi paradigma rekayasa benefisiasi. Benefisiasi dengan rekayasa dilakukan melalui formulasi bahan baku dengan penambahan bahan aditif guna menghasilkan material baru. Pemrosesan untuk menghasilkan material baru tersebut disebut material fungsional. Artinya, pemanfaatan sumber daya mineral akan dapat lebih efektif dan efisien.

### 2.1. Rekayasa Benefisiasi

Nilai tambah mineral logam pada umumnya mudah dilakukan oleh industri pertambangan dengan skala besar dengan sumber daya modal dan manusia yang besar. Akan tetapi perubahan paradigma rekayasa benefisiasi dapat dilakukan dengan mengadopsi teknologi benefisiasi, baik dilakukan sendiri maupun bekerja sama dengan pihak lain. Transformasi teknologi benefisiasi mineral yang tepat, sederhana, dan murah biaya operasionalnya sehingga dapat diaplikasikan oleh industri. Konservasi dan nilai tambah menitikberatkan mitigasi eksploitasi tak terkendali, kerusakan, dan degradasi lingkungan. Kebijakan pengelolaan dikeluarkan oleh Pemerintah Indonesia dalam peningkatan nilai tambah dalam Undang-Undang Republik Indonesia No.4 Tahun 2009. Lebih lanjut diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2010a tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara, serta Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 08 Tahun 2012 tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian. Operasionalisasi peraturan dengan paradigma benefisiasi sebagaimana disajikan Gambar 1, bahwa benefisiasi dan rekayasa benefisiasi meliputi : (1) pengolahan dan pemurnian; (2) menguntungkan secara ekonomi; (3) dapat berperan peningkatan nilai tambah (seperti produk antara).

Kajian sebelumnya meliputi pengolahan, pemurnian yang dilakukan di dalam negeri dan beberapa negara berkembang lainnya masih dalam kisaran bagaimana cara memanfaatkan perbedaan sifat fisik dan kimia untuk meningkatkan kualitas mineral dalam rangka memenuhi persyaratan ekspor (Kelly & Spottiswod, 1982).



**Gambar 1.** Paradigma Benefisiensi Menuju Rekayasa Benefisiensi

## 2.2. Formulasi Kebijakan Publik

Formulasi kebijakan publik menjadi penting pada tahap awal pembuatan keputusan kebijakan, sebagaimana diungkapkan Sidney (2007: 79) (Wurjandari, 2020). Langkah awal ini ditujukan untuk memberikan informasi kepada para analis kebijakan dan *decision-makers* dalam hal: (1) rencana apa yang akan dibuat untuk mengatasi suatu fenomena atau masalah publik; (2) tujuan, prioritas yang hendak dituju dari formulasi kebijakan; (3) kelebihan dan kekurangan dari masing-masing alternatif kebijakan yang tersedia tersebut. Kita pahami kebijakan dirumuskan dari turunan masalah yang diagendakan dalam agenda kebijakan. Masalah dirumuskan dengan maksud mengembangkan rencana, metode, atau resep sebuah paradigma baru dalam menyelesaikan masalah publik. Guna mengembangkan resep paradigma baru dapat melalui sembilan model formulasi kebijakan publik sebagaimana disebutkan oleh Agustino (2016: 106-114) (Wurjandari, 2020). Model pendekatan yang cenderung pendekatan model elit, yaitu kebijakan yang menerapkan pemangkasan kewenangan otonomi dari tingkat Kabupaten/Kota yang ditarik ke tingkat provinsi serta terdapat kebijakan yang memangkas kewenangan pemerintah pusat kepada pemerintah provinsi. Pendekatan tersebut sering berdampak pada penataan perizinan, dan menimbulkan penyalahgunaan yang tidak sesuai dengan Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.

Implementasi kebijakan sebagai penerjemahan tindakan merupakan proses yang kompleks dan tidak jarang bermuatan politis, dengan intervensi berbagai kepentingan. Dalam model Merilee S.Grindle yang dikenal dengan "*Implementation as A Political and Administrative Process*", dikemukakan bahwa keberhasilan suatu implementasi kebijakan publik dapat diukur dari proses pencapaian *outcomes*, yaitu untuk melihat tercapai atau tidaknya tujuan yang ingin diraih (Marilee, 1980). Suatu keberhasilan implementasi kebijakan publik, Grindle mengungkapkan bahwa tingkat *implementability* terdiri dari : *content of policy* dan *context of policy*. Dimana *content of policy* dan *context of policy* dapat dilihat dari indikator-indikator sebagai berikut:

1. *Content of policy*, terdiri dari:

- a. *interest affected* (kepentingan-kepentingan yang mempengaruhi), indikator ini menyatakan bahwa suatu kebijakan dipengaruhi atau melibatkan banyak kepentingan yang dapat membawa pengaruh terhadap implementasinya.
- b. *Type of Benefits (tipe manfaat)*, indikator ini menggali bahwa suatu kebijakan harus memiliki beberapa jenis manfaat yang berdampak positif yang dihasilkan oleh implementasi kebijakan yang akan dijalankan.
- c. *Extent of Change Envision* (derajat perubahan yang ingin dicapai), indikator ini mengukur seberapa besar perubahan yang hendak atau ingin dicapai dalam implementasi kebijakan dalam skala yang jelas.
- d. *Site of Decision Making* (letak pengambilan keputusan), indikator ini mengukur letak dimana kebijakan memegang peranan penting dalam pelaksanaan kebijakan.
- e. *Program Implementor* (pelaksana program), indikator ini guna melihat kebijakan yang akan diimplementasikan didukung oleh pelaksana yang kompeten dan kapabel untuk keberhasilan suatu kebijakan.
- f. *Resources Committed* (sumber-sumber daya yang digunakan), indikator ini melihat suatu kebijakan harus didukung oleh sumber-sumber daya yang akan mendukung implementasi kebijakan berjalan dengan baik.

2. *Context of Policy*, meliputi:

- a. *Power, interest, and Strategy of actor involved* (kekuasaan, kepentingan-kepentingan, dan strategi dari aktor yang terlibat), indikator ini melihat suatu kebijakan perlu memperhitungkan kekuatan atau kekuasaan, kepentingan serta strategi yang digunakan oleh para aktor yang terlibat dalam implementasi kebijakan.
- b. *Institution and regime characteristic* (karakteristik lembaga dan rezim yang berkuasa), indikator ini melihat dan mengukur lingkungan dimana kebijakan akan dipengaruhi oleh karakteristik suatu lembaga.
- c. *Compliance and responsiveness* (tingkat kepatuhan dan adanya respon dari pelaksana), indikator ini melihat seberapa besar tingkat respon yang diberikan oleh pelaksana kebijakan.

Regulasi pertambangan berdasarkan Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang pertambangan Mineral dan Batubara dan Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 tentang Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara menyebutkan bahwa ijin pertambangan harus memenuhi ketentuan yang berkaitan dengan sektor lain, yaitu : (1)Tata Ruang; (2)Lingkungan Hidup dan (3)Finansial. Kegiatan pertambangan selain memberikan dampak positif bagi penerimaan keuangan negara serta masyarakat, resiko kerusakan lingkungan juga perlu diperhatikan. Kerusakan ditandai perubahan bentang alam, terhapusnya ekosistem, habitat tumbuhan, hewan, pegunungan serta kebisingan dan pencemaran udara (Wurjandari, 2020). Peraturan perundang-undangan yang mengatur pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan beberapa kali mengalami perubahan. Perubahan peraturan khususnya mengenai kewenangan penyelenggaraan perizinan sektor pertambangan antara pemerintah pusat, pemerintah daerah provinsi dan pemerintah daerah kabupaten/kota.

Penyelenggaraan urusan pemerintahan sektor energi dan sumberdaya mineral khususnya perizinan usaha pertambangan pada tingkat pemerintah pusat adalah menyelenggarakan kewenangan perizinan pada wilayah lintas provinsi dan wilayah laut lebih dari 12 mil. Untuk pemerintah daerah provinsi memiliki kewenangan lintas kabupaten/kota atau pada wilayah perairan laut sejauh 4 hingga 12 mil, sedangkan pemerintah kabupaten/kota memiliki kewenangan dalam wilayah kabupaten/kota atau pada wilayah perairan laut sejauh 0 sampai 4 mil.

Hasil studi empiris penerapan Undang-undang Nomor 32 Tahun 2004 dan Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 di Provinsi Banten pada implementasinya tidak ada perizinan usaha pertambangan mineral dan batubara yang diterbitkan oleh pemerintah provinsi, melainkan semua izin pertambangan mineral dan batubara itu diterbitkan oleh kabupaten/kota yang bersangkutan(Wurjandari, 2020). Undang-undang Nomor 3 Tahun 2020, Tentang Pengelolaan Mineral di Dalam Negeri, dalam UU ini mengenai penyempurnaan terhadap UU Nomor 4 Tahun 2009 tentang

Pertambangan Mineral dan Batubara, yaitu menambahkan materi muatan baru berupa: 1) pengaturan terkait konsep wilayah hukum pertambangan; 2) kewenangan pengelolaan mineral dan batubara; 3) rencana pengelolaan mineral dan batubara; 4) penugasan kepada lembaga riset negara, BUMN, BUMD, atau badan usaha untuk melakukan penyelidikan dan penelitian dalam rangka penyiapan WIUP; 5) penguatan peran BUMN; 6) pengaturan kembali perizinan dalam perusahaan mineral dan batubara termasuk di dalamnya, konsep perizinan baru terkait perusahaan batuan untuk jenis tertentu atau untuk keperluan tertentu, serta perizinan untuk pertambangan rakyat; dan 7) penguatan kebijakan terkait pengelolaan lingkungan hidup pada kegiatan usaha pertambangan, termasuk pelaksanaan reklamasi dan pasca tambang.

Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) Tahun 2015-2035, disebutkan dalam pasal 2 yaitu sejalan dengan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional dan merupakan pedoman bagi pemerintah dan pelaku industri dalam perencanaan dan pembangunan industri. Kemudian dituangkan juga dalam pasal 4, bahwa bupati/walikota dalam penyusunan rencana pembangunan industri kabupaten/kota. Senada dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2018 Tentang Rencana Induk Riset Nasional/RIRN Tahun 2017-2045 pada pasal 2 menyebutkan bahwa RIRN merupakan pedoman bagi Kementerian/Lembaga/Pemerintah daerah dan pemangku kepentingan untuk menyusun rencana aksi dalam pelaksanaan riset nasional. Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024, disebutkan bahwa pertumbuhan ekonomi berwawasan lingkungan, hal ini tergambar pembangunan ekonomi mengedepankan aspek lingkungan. Pertimbangan perubahan iklim, menurunnya daya dukung lingkungan dapat berdampak negatif terhadap pencapaian target pertumbuhan ekonomi. Oleh karenanya pembangunan kedepan mengarah pada keseimbangan dan pertumbuhan ekonomi, target penurunan dan intensitas emisi serta kapasitas daya dukung SDA dan daya tampung saat ini dan di masa yang akan datang.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007, Tentang Energi, yang mana dalam Bab II, asas dan tujuan pasal 2 disebutkan bahwa energi dikelola berdasarkan asas kemanfaatan, efisiensi, berkeadilan, peningkatan nilai tambah, keberlanjutan, kesejahteraan masyarakat, pelestarian fungsi lingkungan hidup, ketahanan nasional, dan keterpaduan dengan mengutamakan kemampuan nasional. Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 22 Tahun 2017, tentang Rencana Umum Energi Nasional. *Making Indonesia 4.0* Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, menyebutkan bahwa *Fourth Industrial Revolution* (“4IR”) atau Revolusi Industri 4.0, disebutkan bahwa lima sektor manufaktur dengan daya saing regional akan dibangun oleh Indonesia. Adapun cakupan dalam 4IR meliputi beragam teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), *wearables*, robotika canggih, dan *3D printing*.

### 3. Metode

Pendekatan analisis dalam suatu strategi dan kebijakan ini yang digunakan yaitu bagaimana cara memandang, menyikapi sesuatu obyek yang diamati/diteliti (Hertanto & Hartono, 2017). Maka pendekatan dalam *policy paper* ini adalah pendekatan campuran (*mixed method*) antara kuantitatif dan kualitatif digunakan bersama-sama. Kondisi saat ini, dunia nyata (*real world*) dengan pendekatan teori-teori yang sudah ada sebagai alat cek dan menurunkan variabel nya. Adapun proses analisis yang dalam *policy paper* ini adalah menggabungkan antara kuantitatif dan kualitatif, *Scoring* dan *Overlay* (*Superimpose*) dengan paradigma positivistik.

Kemudian pemahaman terhadap kesesuaian antara pemanfaatan lahan, pengembangan dan pengelolaan kawasan bentonit, khususnya sebagai kawasan pertambangan dengan daya dukung kawasan bentonit menggunakan pendekatan zonasi klas kawasan bentonit. Data yang digunakan dalam *policy paper* ini merupakan data yang dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu : (a) data primer : perolehan data dari survei lapangan, wawancara dan kuesioner; (b) data sekunder : diperoleh dari instansi terkait berupa dokumen-dokumen yang menyangkut dengan *policy paper*.

Selanjutnya, dari data-data yang diperoleh melalui *Analytical Network Process* (ANP) masalah kebijakan pemanfaatan dan strateginya dimodelkan permasalahannya. Kriteria penentuan layak tambang dijadikan menjadi bahan

pertimbangan dalam pengelolaan pertambangan untuk memperkecil dampak negatif yang barangkali akan timbul dari kegiatan pertambangan. Adapun penentuan kriteria kelayakan tersebut meliputi aspek geologi dan aspek non geologi (Ambarsari & Herusantoso, 2018). Aspek geologi yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kelayakan meliputi perubahan struktur lapisan permukaan, sifat fisik tanah/batuan, penyerapan air, dan resiko bencana. Aspek non geologi yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kelayakan di daerah potensi bentonit di Kecamatan Karangnunggal, Kabupaten Tasikmalaya.

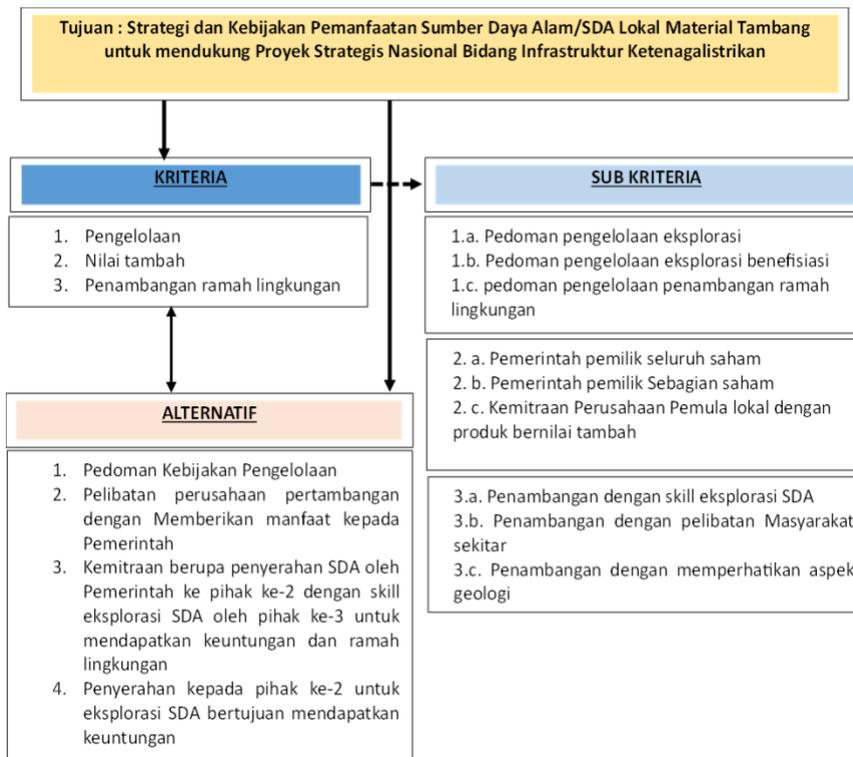
Pada strategi dan kebijakan, dilakukan analisis kelayakan produksi didasarkan pada studi kasus prototype *Ground Enhancing Material* (GEM) bahan baku utama bentonit di Tasikmalaya, Jawa Barat (Sumarnadi et al., 2010). Asumsi kapasitas produksi direncanakan sebesar 86,40 ton/tahun atau 300 kg/hari. Jika suku bunga rata-rata pasar sebesar 10%, dan umur ekonomis disesuaikan dengan kondisi peralatan yaitu 10 tahun. Untuk aspek teknis yaitu mencakup lokasi usaha, bahan baku, teknologi proses dan peralatan (Fauzi et al., 2019).

## **4. Hasil**

Berikut ini adalah kerangka konseptual yang tergambar dalam bentuk jaringan ANP. Jaringan ini menggambarkan secara keseluruhan dekomposisi masalah yang ada kajian terkait strategi dan kebijakan pemanfaatan dan nilai tambah bentonit. Kebijakan dan strategi dalam hal : (a)pengelolaannya; (b)peningkatan nilai tambah material/mineral; (c)penambangan ramah lingkungan; dan (e)eksplorasi penambangannya. Kemudian alternatif cara mengatasi potensi hambatan implementasi kebijakan terutama pelibatan masyarakat (seperti pelibatan dalam penciptaan lapangan kerja), dan pelibatan perusahaan pertambangan untuk berkontribusi.

### **4.1. Deskripsi Hasil**

Bentonit di Tasikmalaya memiliki satuan formasi Anggota Genteng Formasi Jampang (Tm<sub>jg</sub>), sebagian tertutupi oleh Satuan Formasi Kalipucang (Tm<sub>kl</sub>) dan Satuan Formasi Bentang (Tm<sub>b</sub>). Namun beberapa titik singkapan dapat ditemukan dan terbuka akibat kegiatan penambangan. Menurut Pusdalibang Jawa Barat, potensi bentonit di Tasikmalaya diperkirakan mencapai 12.525.193 ton (Yuliyanti et al., 2018). Ketersediaan bahan baku utama bentonit yang tinggi, infrastruktur yang memadai, dan pasokan air yang cukup, sangat penting karena berdampak langsung pada proses produksi. Selain itu, hal ini juga penting untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan, mengendalikan biaya produksi, dan memastikan keberlanjutan bisnis jangka panjang.



**Gambar 3.** Model Hirarki Pembagian *cluster* menurut ANP

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 2 Tahun 2017 Tentang Pengelolaan Pertambangan Mineral dan Batubara, bagian kedua Pasal 2, menyebutkan bahwa tujuan pengelolaan pertambangan mineral dan batubara adalah : (a)menjamin efektivitas pengelolaan pertambangan mineral dan batubara di Daerah Provinsi dalam meningkatkan nilai tambah secara berdaya guna, berhasil guna, berdaya saing dan berwawasan lingkungan hidup; (b)mengendalikan kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara di daerah provinsi; dan (c)menjamin kepastian hukum dalam penyelenggaraan kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara di daerah provinsi. Perencanaan pengelolaan pertambangan mineral dan batubara disusun dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah dan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat Nomor 2 Tahun 2017 tentang Pengelolaan Pertambangan Mineral dan Batubara, yang memuat:

- a. inventarisasi data potensi pertambangan mineral dan batubara di daerah provinsi;
- b. inventarisasi kebutuhan dan ketersediaan mineral dan batubara di daerah provinsi dan nasional;
- c. kebijakan dan strategi pertambangan mineral dan batubara di daerah; dan
- d. kebijakan pengelolaan kawasan pertambangan;
- e. kebijakan pengelolaan lingkungan hidup di kawasan pertambangan.

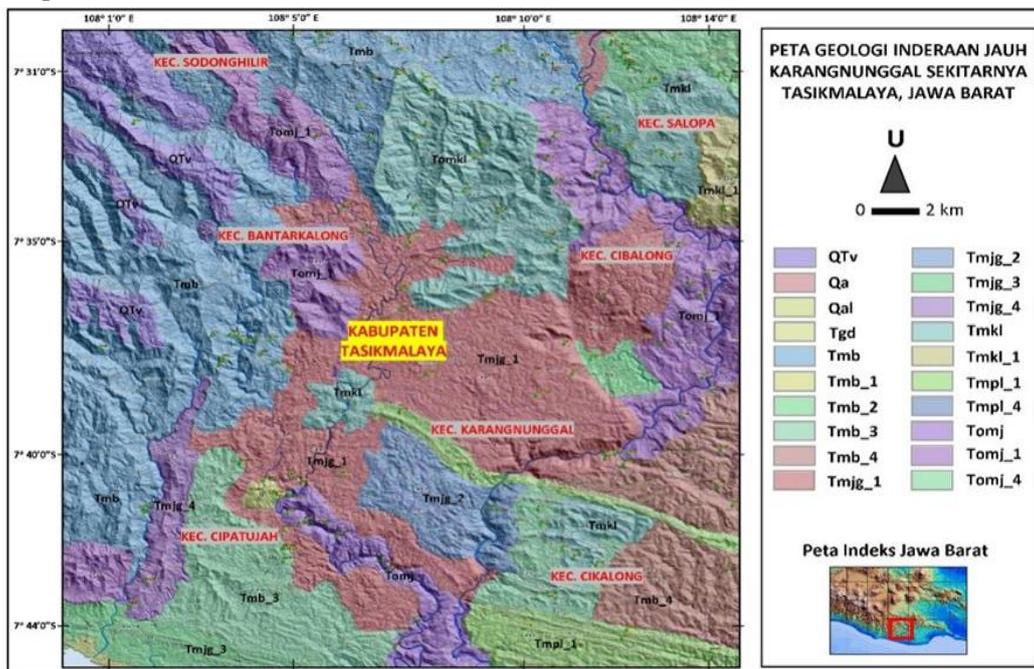
Rencana pengelolaan pertambangan mineral dan batubara, disusun untuk jangka waktu 5 (lima) tahun dan dapat dievaluasi sesuai kebutuhan. Rencana pengelolaan menjadi pedoman penyusunan Rencana Strategis dan Rencana Kerja Pembangunan Daerah.

Peraturan Daerah Kabupaten Tasikmalaya Nomor 32 Tahun 2002, Tentang Pertambangan Umum, dimana guna mempercepat pembangunan ekonomi yang sejalan dengan pelaksanaan otonomi daerah dalam mewujudkan kemandirian daerah perlu dilakukan pengaturan mengenai pembinaan, pengembangan, pengendalian dan pengawasan terhadap pengelolaan pertambangan umum. Hal tersebut di samping dapat dimanfaatkan secara optimal juga memperhatikan kelestarian keberadaan lingkungan hidup yang serasi dan seimbang dengan memperhatikan kebutuhan generasi mendatang. Jenis bahan galian bentonit masuk perusahaan pertambangan umum yang pengusahaannya dapat dilakukan oleh usaha pertambangan skala besar oleh badan usaha berdasarkan bahan galian, cara penambangan

memerlukan teknologi dengan peralatan mekanis dan berpengalaman di bidang pertambangan umum sesuai dengan Peraturan Daerah Kabupaten Tasikmalaya Nomor 32 Tahun 2002 tentang Pertambangan Umum.

Sementara itu untuk pengembangan, kemandirian daerah dalam pengusahaan bentonit perlu dilakukan analisis kelayakan secara finansial melalui pendekatan perhitungan *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, dan *Payback Period (PP)* (Abuk & Rumbino, 2020; Islam & Prasetyo, 2020; Mauladani et al., 2020). Alternatif potensi pertambangan bentonit di Kecamatan Karangnunggal, Kabupaten Tasikmalaya mencapai 12.525.193 ton (Pusdalibang Jawa Barat, 2015) (Yuliyanti et al., 2018), hingga saat ini belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Lokasi di Kecamatan Karangnunggal, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. Kecamatan Karangnunggal, berada sekitar 50 KM di sebelah Selatan Tasikmalaya (Gambar 3).

Lokasi kajian strategi kebijakan pemanfaatan dan benefisi dari bentonit yaitu daerah penghasil bentonit di Kecamatan Karangnunggal, Tasikmalaya Jawa Barat. Tasikmalaya memiliki ketinggian bervariasi antara 0 mdpl hingga 2.500 mdpl, terdiri dari dataran rendah, agak landai, sampai perbukitan. Secara geologi, sistem hidrologi Tasikmalaya terdapat sungai besar mendukung pertanian, irigasi, pasokan air bersih, pembangkit listrik, dan industri pengolahan lainnya (Fadjarajani et al., 2022; Nizar et al., 2021). Selain itu, *litologi* penyusun daerah ini dari formasi batuan tertua hingga termuda yaitu *Formasi Jampang (Tmj)* terdiri dari breksi dengan berbagai jenis bahan dan tuf dengan sisipan lava. Anggota *Genteng Formasi Jampang (Tmjg)* : tuf yang diselingi dengan breksi dasitik dan juga mengandung sisipan batugamping. Formasi Kalipucang (*Tmkl*) : batugamping yang mengandung fosil foraminifera dan pasir. Kemudian Anggota Batugamping Formasi Pamutuan (*Tmpl*): batugamping pasiran, kalsilitut, dan napal. Formasi Bentang (*Tmb*): batupasir gampingan, batupasir tufan, serpih, dan terdapat lensa-lensa batugamping. Endapan aluvium (*Qal*): lanau, pasir, kerikil, dan kerakal (Supriatna et al., 1992). Berikut ini peta Geologi Inderaan Jauh Karangnunggal Tasikmalaya sekitarnya terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Peta Geologi Inderaan Jauh Karangnunggal dan sekitarnya  
Sumber: Jakah, Andis dkk, Olahan hasil penelitian.

Secara megaskopis, bentonit berwarna kuning muda abu-abu hingga kuning atau coklat. Adapun ukuran buih sangat halus, dan ketika diraba terasa licin. Bentonit yang berasal dari lokasi kajian memiliki jenis lempung dengan komposisi mineral utama semektit (*montmorillonite*) sebanyak 80-90%. Selain itu kandungan bentonit juga terdapat mineral lain seperti *kuarsa*, *felspar*, *gypsum kalsit*, *pirit* dan berbagai oksida besi/hidroksida oksida besi/hidroksida (Abdullahi & Audu, 2017).

## 4.2. Deskripsi dan Pembahasan

Analisis aspek finansial akan memperoleh beberapa gambaran tentang kebutuhan dana investasi, biaya operasional atau produksi, hingga perkiraan pendapatan (Fauzi et al., 2019). Sementara perhitungan *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, dan *Payback Period (PP)* akan digunakan sebagai parameter dalam analisis kelayakan investasi (Abuk & Rumbino, 2020). Tahapan proses pembuatan GEM terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama dengan mengeringkan bahan baku bentonit, pengecilan ukuran dan penghalusan, penghilangan unsur pengotor, penambahan bahan aditif, dan homogenisasi. Tahapan pengeringan dilakukan menggunakan alat pengering *cabinet/tray dryer* pada suhu 70°C selama 24 jam. Sementara pengecilan ukuran menggunakan *Jaw crusher* dan dilanjutkan penghalusan menggunakan *ball mill*, hingga berukuran -100 mesh. Bahan baku yang sudah halus, kemudian diaktivasi kimia (perendaman) menggunakan aktivator NaOH 1 M selama 24 jam tujuannya untuk menghilangkan unsur pengotor, dan dilanjutkan penyaringan. Kemudian proses aktivasi fisika atau kalsinasi menggunakan *drying oven* pada temperatur 300°C selama 4 jam. Langkah berikutnya yaitu memformulasikan bahan baku utama dengan bahan aditif, dengan perbandingan komposisi bentonit sebanyak 70% berat, charcoal 25% berat, dan NaCl 5% (Sumarnadi et al., 2010). Setelah formulasi selesai, dilanjutkan homogenisasi menggunakan *Screw mixer unit*. Tahap akhir yaitu pengepakan menggunakan mesin pengemasan. Penelitian produksi kapasitas 300 kg/hari atau 86,40 ton/tahun produk GEM dengan karakteristik bahan baku, tahapan proses GEM menggunakan peralatan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Peralatan dan mesin

Alat/ Mesin	Spek	Vol. (unit)	Fungsi / Keterangan
<i>Tray dryer</i>	500 kg/hari	1	Pengeringan 70°C
<i>Jaw crusher</i>	50 kg/jam	1	Pengecilan ukuran
<i>Ball mill</i>	50 kg/jam	1	Penghalusan ukuran
Drum/bak perendaman	100 ltr	10	Aktivasi kimia
<i>Drying oven</i>	500 kg/hari	1	Aktivasi fisika 300°C
<i>Screw mixer</i>	50 kg/jam	1	Homogenisasi
<i>Bell conveyor</i>	2,5 m	2	Pemindahan bahan
<i>Packing machine</i>	50 kg	1	Pengepakan
Mobil	Pickup	1	Operasional

Produk *Ground Enhancing Material (GEM)* dalam bentuk *powder* (Gambar 4a) sesuai kebutuhan pasar. Kebutuhan pasar sesuai desain sistem pentanahan yang diperlukan (baik paritan *horizontal* maupun lobang bor *vertikal*). Bentonit bahan baku utama dan bahan aditif menggunakan *charcoal* serta NaCl. Hasil pengujian GEM menunjukkan nilai resistivitas 16,4  $\Omega$ -cm (Gambar 4b), dengan pola stabil akan waktu. Nilai tersebut memenuhi standar produk GEM, yaitu resistivitas kurang dari 20  $\Omega$ -cm (Erico & nVent, 2018). Produk GEM dihasilkan memiliki kinerja menghantarkan tegangan petir ke dalam tanah yang cukup baik.



**Gambar 4.** (a) Prototype *Ground Enhancing Material (GEM)*; (b) pengujian prototipe  
Sumber : Dokumentasi penelitian (2022)

### 4.3. Deskripsi Hasil Analisis

Hasil perhitungan kebutuhan investasi, modal kerja untuk mengetahui awal biaya sebelum operasional dimulai. Hasil penelitian biaya investasi sebagaimana disajikan dalam Tabel 2. Biaya investasi meliputi peralatan/mesin, lahan/bangunan, dan komponen lainnya.

**Tabel 2.** Biaya investasi dan modal kerja

No	Mesin/Alat	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
<b>Biaya Investasi</b>				
<b>Peralatan dan mesin</b>				
	<i>Cabinet/spray dryer</i>	1	108.660.600	108.660.600
	<i>Jaw crusher</i>	1	26.078.544	26.078.544
	<i>Ball mill</i>	1	56.068.869	56.068.869
	Drum perendaman	10	750.000	7.500.000
	<i>Drying oven</i>	1	208.628.352	208.628.352
	<i>Screw mixer unit</i>	1	43.464.240	43.464.240
	<i>Bell conveyor</i>	2	86.928.480	173.856.960
	<i>Packing machine</i>	1	28.251.756	28.251.756
	Mobil dan <i>furniture</i>	1	120.000.000	120.000.000
			<b>Sub total</b>	<b>772.509.321</b>
<b>Lahan dan bangunan</b>				
	Lahan	500 m <sup>2</sup>	325.000	162.500.000
	Gedung/Bangunan	200 m <sup>2</sup>	1.500.000	300.000.000
	Jaringan Listrik	1 paket	32.500.000	32.500.000
			<b>Sub total</b>	<b>495.000.000</b>
<b>Lainnya</b>				

Perizinan usaha, desain layout peralatan, atau lainnya	1 paket	22.500.000	22.500.000
			Sub total 22.500.000
		<b>Total sub biaya investasi</b>	<b>1.290.009.321</b>
<b>Biaya Modal Kerja</b>			
<b>Gaji Karyawan</b>			
Manajer	1 Org	3.700.000	3.700.000
Karyawan	5 Org	2.800.000	14.000.000
Satpam	1 Org	2.150.000	2.150.000
<b>Biaya Umum</b>			
Listrik	2000 kwh	1.600	3.200.000
ATK	1 paket	3.500.000	3.500.000
Alat kebersihan	1 paket	2.500.000	2.500.000
Biaya telepon	1 paket	500.000	500.000
Air	1000 m <sup>3</sup>	2.000	2.000.000
<b>Bahan Baku</b>			
Bentonit	6750 kg	750	5.062.500
Charcoal	2250 kg	5.000	11.250.000
NaCl	540 kg	5.000	2.700.000
Waterglass	672 ltr	5.000	3.360.000
Kertas <i>packing</i>	384 lmbr	1.000	384.000
NaOH	720 kg	20.000	14.400.000
<b>Biaya Operasional</b>			
Solar/bensin	300 ltr	9.200	2.760.000
		<b>Total sub biaya modal kerja</b>	<b>71.266.500</b>
		<b>Jumlah Total Investasi</b>	<b>1.361.275.821</b>

Sumber: hasil olahan data survey pasar (2022)

Sebagaimana Tabel 1, kebutuhan usaha produksi GEM kapasitas 300 kg/hari sebesar Rp 1.361.275.821,-. Biaya investasi tersebut meliputi: (a) peralatan/mesin, lahan/bangunan, dan komponen lainnya Rp 1.290.009.321,-; (b) modal atau investasi pra operasional Rp 71.266.500,-. Penelitian untuk produksi GEM 300 kg/hari atau 86,40 ton/tahun, dengan

melihat suku bunga 10% dengan umur ekonomis 10 tahun, diperoleh hasil NPV, IRR, dan PP disajikan dalam Tabel 3 berikut ini.

Melihat hasil perhitungan pada Tabel 3 dibawah ini, aspek penting serta evaluasi investasi rencana usaha produksi *Ground Enhancement Material (GEM)* yaitu nilai NPV sebesar Rp 599.655.405,- menunjukkan nilai tambah yang cukup signifikan. Apabila  $NPV > 1$ , seperti dalam penelitian ini, maka rencana usaha memiliki kelayakan untuk dijalankan, dapat menghasilkan keuntungan yang melebihi biaya modal yang diinvestasikan.

**Tabel 3.** Perhitungan NPV, IRR, dan PP

Tahun Ke	Investasi/ Operating cost (Rp)	Hasil Produksi (Rp)	Net Cash flow (Rp)	Present Value/ PV (Rp)	Cumulative Net Cash flow (Rp)
0	-1.361.275.821	0	-1.361.275.821	-1.361.275.821	-1.361.275.821
1	-957.198.932	1.166.400.000	209.201.068	190.182.789	-1.152.074.753
2	-957.198.932	1.166.400.000	209.201.068	172.893.445	-942.873.685
3	-998.130.932	1.283.040.000	284.909.068	214.056.400	-657.964.617
4	-998.130.932	1.283.040.000	284.909.068	194.596.727	-373.055.549
5	-1.087.743.932	1.411.344.000	323.600.068	200.930.182	-49.455.482
6	-1.087.743.932	1.411.344.000	323.600.068	182.663.802	274.144.586
7	-1.137.271.652	1.552.478.400	415.206.748	213.066.713	689.351.334
8	-1.137.271.652	1.552.478.400	415.206.748	193.697.012	1.104.558.082
9	-1.191.752.144	1.707.726.240	515.974.096	218.823.385	1.620.532.178
10	-1.240.798.724	1.707.726.240	466.927.516	180.020.770	2.087.459.694
			<b>NPV = 599.655.405</b>		
			<b>IRR = 17,900343%</b>		
			<b>PP = 5,15</b>		

Nilai IRR sebesar 17,9% menunjukkan tingkat pengembalian yang lebih tinggi dari nilai *discount factor* dengan acuan suku bunga yang digunakan. Jika  $IRR > 1$ , sebagaimana penelitian ini, rencana usaha layak dilakukan, memiliki potensi menghasilkan keuntungan yang cukup tinggi dan secara finansial menarik. Kemudian PP waktu pengembalian investasi diperkirakan 5,15 tahun. Waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi awal, penelitian yaitu pengembalian yang relatif pendek, sehingga potensi aliran kas yang cepat dapat memberikan pengembalian modal dalam waktu yang relatif singkat.

## 5. Diskusi Pilihan Kebijakan

Hasil penelitian menunjukkan dengan masih adanya *gap* saat ini, yaitu kebutuhan akan bahan baku industri dan komponen yang tergantung impor. Masih minimnya pemanfaatan sumber daya alam/SDA lokal dengan rekayasa benefisiasi melalui invensi/inovasi teknologi material bentonit, maka pilihan alternatif kebijakan dapat diambil untuk mengatasi hal tersebut antara lain: (1)penyusunan pedoman penambangan ramah lingkungan sebagai turunan pelaksanaan peraturan daerah provinsi dan kabupaten, dan Rencana Strategis dan Rencana Kerja Pembangunan Daerah; (2)hilirisasi pemanfaatan bahan baku bentonit dengan membuka kerjasama investasi, seperti halnya industri kelistrikan, dengan hasil valuasi perhitungan nilai NPV yang positif (Rp 599.655.405,-), IRR yang melebihi suku bunga (17,9% > 10%), serta periode pengembalian investasi yang relatif singkat 5,15 tahun (5 Tahun 2 bulan) cukup layak dijalankan rencana usaha dengan konsep rekayasa benefisiasi bentonit ini.

## 6. Kesimpulan

Ketersediaan bahan baku utama bentonit yang cukup tinggi dapat memastikan keberlanjutan pengusahaan serta bisnis jangka panjang, menjaga kualitas produk yang dihasilkan, serta biaya produksi terkendali. Kapasitas 300 kg/hari atau 86,40 ton/tahun, tingkat suku bunga 10%, dan umur ekonomis 10 tahun, diperoleh nilai NPV yang positif (Rp 599.655.405,-), IRR yang melebihi suku bunga ( $17,9\% > 10\%$ ), dan periode pengembalian investasi yang relatif singkat 5,15 thun (5 Tahun 2 bulan). Aspek teknis dan finansial rencana usaha produksi *Ground Enhancement Material (GEM)* merupakan investasi yang layak serta memiliki potensi memberikan keuntungan finansial yang baik. Selain terproyeksi memberikan keuntungan secara finansial bagi industri, usaha produksi GEM berpotensi menambah pemasukan kas daerah dari perizinan dan pajak, penghematan devisa negara dari pengurangan impor. Rujukan rencana pengembangan produksi GEM daerah lain serta secara nasional dapat mendukung Proyek Strategis Nasional/PSN Bidang Infrastruktur Ketenagalistrikan. Selain itu, dapat menyerap tenaga kerja sekitar lokasi, sehingga perputaran perekonomian masyarakat lokal dapat berjalan.

**Kontribusi penulis:** Naskah ini ditulis dengan kolaborasi penulis dengan masing-masing kontribusi antara lain: “Konseptualisasi, AP dan PS; metodologi, AP dan JK; perangkat lunak, JK; validasi, PS, AP dan JK; analisis formal, PS dan JK; investigasi, JK; sumber daya, AP; kurasi data, JK; penulisan, persiapan draf asli, AP, JK, PS; penulisan—review dan penyuntingan, PS; visualisasi, JK; pengawasan, PS. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.”

**Acknowledgments:** Penulis menyampaikan terima kasih atas dukungan yang telah diberikan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional/BRIN dalam kesempatan pelaksanaan penelitian, penulisan artikel ini. Selain itu, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Perkumpulan Perencana Pembangunan Indonesia (PPPI) dan semua pihak baik instansi maupun pihak-pihak yang telah memberikan informasi, sehingga proses penulisan naskah ini dapat berjalan lancar.

**Konflik kepentingan:** Semua penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

## Referensi

- Abdullahi, S. L., & Audu, A. A. (2017). Comparative analysis on chemical composition of bentonite clays obtained from Ashaka and tango deposits in Gombe State, Nigeria. *ChemSearch Journal*, 8(2), 35-40-40.
- Abuk, G. M., & Rumbino, Y. (2020). Analisis kelayakan ekonomi menggunakan metode Net Present Value (NPV), metode Internal Rate of Return (IRR) Payback Period (PBP) pada unit Stone Crusher di CV. X Kab. Kupang Prov. NTT. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, 14(2), 68-75.
- Adamczyk, M., Betlej, A., Gondek, J., & Ohotina, A. (2019). Technology and sustainable development: Towards the future? *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(4), 2003-2016. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4\(32\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4(32))
- Agustinus, E.T.S. (2016). Teknologi rekayasa untuk meminimalkan pembentukan kerak silika pada pipa re-injeksi lapangan panas bumi Dieng, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Ambarsari, E. W., & Herusantoso, K. (2018). Analisa Penentuan Layak Tambang Bentonit Provinsi Jawa Timur Dengan ANP. *Seminar Nasional Teknologi Informasi 2018*, 17-21. <https://osf.io/preprints/inarxiv/3br5k/>
- Arshad, S. N. M., Wahib, A. H., Halim, N. H., Yousof, M. F. M., Ariffen, A. M., Wooi, C. L., & Abd Rahman, M. S. (2020). Analysis behavior of soil resistivity profiling base on UniMAP condition. *Journal of Physics: Conference Series*, 1432, 012038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1432/1/012038>
- Basrin, R., Sutaji, H. I., Geru, A. S., & Tanesib, J. L. (2021). Karakteristik Peristiwa Petir Terkait Curah Hujan di Wilayah Maumere Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Fisika: : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 6(2), 75-83.
- Erico, & nVent. (2018). *GEM Ground Enhancement Material*. 1-2.
- Fadjarajani, S., Rosali, E. S., Hakim, E. H., & Darmawan, D. (2022). Konservasi Lahan Hulu Sungai Citanduy untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan Mandiri Masyarakat di Kabupaten Tasikmalaya. *Dikmas: Jurnal Pendidikan Masyarakat Dan*

- Pengabdian*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.37905/dikmas.2.1.1-12.2022>
- Fauzi, P. M., Chumaidiyah, E., & Suryana, N. (2019). Analisis Kelayakan serta Perancangan Aplikasi Website pada Startup Digital Creative Fotografi Berdasarkan Aspek Pasar, Aspek Teknis, dan Aspek Finansial. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 5(2), 60–66. <https://doi.org/10.30656/intech.v5i2.1589>
- Fisli, A., & Mujinem, dan. (2008). Isolasi Dan Karakterisasi Montmorillonite Dari Bentonit Sukabumi (Indonesia). *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science*, 10(1), 12–17.
- Halim, N. H., Hairuddin, M. F., Arshad, S. N. M., Isa, M., Adzis, Z., & Khang, A. W. Y. (2019). Analysis on Topology of Grounding System Using Bentonite and Coconut Husk as Additive Material. *Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 6(5A), 50–58. <https://doi.org/10.13189/ujee.2019.061506>
- Hertanto, H. B., & Hartono, W. (2017). Penataan dan pengelolaan terpadu potensi sumberdaya tambang kawasan karst kabupaten pacitan. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017*, 381–395.
- Islam, F. M., & Prasetyo, A. D. (2020). Financial Feasibility Study for New Investment in New Digital Product of PT Telkom Indonesia (Case Study: SKP Project). *European Journal of Business and Management Research*, 5(5). <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2020.5.5.558>
- Jakah, J., Muslim, D., Mursito, A. T., Zakaria, Z., & Sumarnadi, E. T. (2021). Perlindungan Petir, Sistem Pentanahan, dan Resistivitas Tanah: Studi Bibliometrik. *BACA: Jurnal Dokumentasi Dan Informasi*, 42(2), 263. <https://doi.org/10.14203/j.baca.v42i2.730>
- Kelly, E.G., & Spottiswod, D.J. (1982). *Introduction to mineral processing*. New Yorks: John Wiley & Sons Inc.
- Kuan, T. H., & Chew, K. W. (2019). Analysis of Lightning and Surge Protection for Float Ground System. *2019 IEEE International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering, ICECIE 2019 - Proceedings, December 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICECIE47765.2019.8974785>
- Marilee S.Grindle, 1980, *Implementation as A Political and Administrative Process*.
- Mauladani, S., Rahmawati, A. I., Absirin, M. F., Saputra, R. N., Pratama, A. F., Hidayatullah, A., Dwiarto, A., Syarif, A., Junaedi, H., Cahyadi, D., Saputra, H. K. H., Prabowo, W. T., Kartamiharja, U. K. A., Noviyanto, A., & Rochman, N. T. (2020). Economic feasibility study of Litopenaeus vannamei shrimp farming: nanobubble investment in increasing harvest productivity. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 19(1), 30–38. <https://doi.org/10.19027/jai.19.1.30-38>
- Nizar, A., Jati, S. N., & Harnani, H. (2021). Analisa Karakteristik Das Ciwulan Kabupaten Tasikmalaya Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig). *Applicable Innovation of ...*, 27–28.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 2 Tahun 2017, Tentang Pengelolaan Pertambangan Mineral dan Batubara, bagian kedua Pasal 2.
- Peraturan Daerah Kabupaten Tasikmalaya Nomor 32 Tahun 2002, Tentang Pertambangan Umum, Pasal 3.
- Pisapan, P., Wongpanyo, W., Vichanpol, B., Chailuecha, C., & Rakwichian, W. (2019). Review of the lightning electromagnetic impulse protection measure for smart home and building in smart grid system in Thailand. *Journal of Renewable Energy and Smart Grid Technology*, 14(2).
- Rosana. (2017). *Eksplorasi sumber daya geologi: Eksplorasi dan konservasi untuk pembangunan yang berkelanjutan*, Bandung Unpad Press.
- Sudradjat, A. (1999). *Teknologi & manajemen sumberdaya mineral*. Bandung: Penerbit ITB.
- Sumarnadi, E. T. A., Sembiring, H., & Listiyowati, L. N. (2010). Prototip Ground Enhancement Material (GEM) Berbahan Baku Na-Bentonit Karangnunggal - Tasikmalaya Sebagai Bahan Substitusi GEM Impor. *Riset Geologi Dan Pertambangan*, 20(2), 81–93.
- Supriatna, S., Sarmili, L., Sudana, D., & Koswara, A. (1992). *Peta Geologi Lembar Karangnunggal: Skala 1:100.000. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, ESDM, Bandung*.
- Wurjandari, R. (2020). Implementasi Penyelenggaraan Rekomendasi Teknis Bidang Pertambangan Mineral Dan Batubara Pasca Terbitnya Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 Di Provinsi Banten Tahun 2016. *JIPAGS (Journal of Indonesian Public Administration and Governance Studies)*, 3(1), 511–526. <https://doi.org/10.31506/jipags.v3i1.5482>
- Yuliyanti, A., Mursito, A. T., & Muharam, S. R. (2018). Mineralogi Bentonit Tasikmalaya Sebagai Media Penyerap CO2 Melalui Karbonasi Hidrotermal. *Riset Geologi Dan Pertambangan*, 28(1), 13–23. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2018.v28.401>