

Pertambangan Timah Inklusif dan Berkelanjutan di Belitung Timur dengan Analisis Promethee (An Analysis of Inclusive and Sustainable Tin Mining in East Belitung Using the PROMETHEE Method)

Ruddy Nursalam^{1*}, Maulana Yusuf¹, Imam Asngari¹
¹Program Studi Magister Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya

*Korespondensi E-mail : ruddy@ptimah.co.id

Abstrak

Artikel ini mengkaji potensi pertambangan timah di wilayah IUP Laut DU 1562, Kabupaten Belitung Timur, yang memiliki cadangan timah besar namun belum dapat dimanfaatkan secara optimal akibat kendala regulasi, terutama setelah diberlakukannya Perda RZWP3K yang mengubah zona tersebut menjadi wilayah perikanan tangkap. Permasalahan ini menimbulkan tantangan dalam pengelolaan ruang laut yang berkelanjutan dan inklusif, sehingga diperlukan kajian yang mempertimbangkan kepentingan negara, pemerintah daerah, masyarakat, serta upaya meminimalkan dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan menganalisis skenario pengembangan pertambangan timah paling optimal menggunakan metode multi-kriteria PROMETHEE. Data dikumpulkan melalui diskusi dengan pemangku kepentingan, observasi lapangan, dan telaah dokumen resmi. Tiga skenario dianalisis berupa pertambangan timah inklusif, eksklusif, dan non-pertambangan. Hasil analisis PROMETHEE menunjukkan bahwa opsi pertambangan timah inklusif adalah pilihan terbaik dengan skor 0,611, sedangkan skenario perikanan saja memperoleh skor -0,2778 dan pertambangan eksklusif -0,3333. Penelitian ini merekomendasikan kebijakan pertambangan timah yang inklusif dan berkelanjutan sebagai solusi optimal pengelolaan ruang laut di Belitung Timur.

Kata kunci: Pertambangan timah, inklusif, berkelanjutan, PROMETHEE, koeksistensi

Abstract

This paper examines the potential of tin mining in the IUP Laut DU 1562 area, East Belitung Regency, which holds significant tin reserves but has not been optimally utilized due to regulatory constraints, especially after the RZWP3K Regional Regulation reclassified the area as a fishing zone. This situation creates challenges for sustainable and inclusive marine spatial management, requiring a study that considers the interests of the state, local government, communities, and environmental protection. The research aims to identify and analyze the most optimal tin mining development scenario using the PROMETHEE multi-criteria method. Data were collected through stakeholder discussions, field observations, and document analysis. Three scenarios were analyzed: inclusive tin mining, exclusive tin mining, and non-mining. PROMETHEE analysis shows that inclusive tin mining is the best option with a score of 0.611, while the fisheries-only scenario scores -0.2778 and exclusive mining -0.3333. This study recommends inclusive and sustainable tin mining policies as the optimal solution for marine spatial management in East Belitung.

Keywords: Tin Mining, inclusive, sustainable, PROMETHEE, coexistence.

1. Pendahuluan

Salah satu wilayah Izin Usaha Pertambangan Laut PT Timah Tbk yang berpotensi ekonomi tinggi adalah IUP Laut DU 1562 di Kabupaten Belitung Timur, dengan cadangan 34.473 ton Sn dan luas 30.910 Ha. Wilayah ini telah beroperasi sejak 1993 dan mendapatkan penyesuaian luas area pada tahun 2015. Nilai cadangan timah diperkirakan mencapai Rp 14,7 triliun, dengan potensi manfaat ekonomi Rp 266 miliar per tahun, baik secara langsung maupun melalui efek berganda ekonomi (PT Timah, Tbk, 2022).

Meski potensi tersebut besar, realisasinya terkendala regulasi, khususnya setelah terbit Perda No. 3/2020 tentang RZWP3K yang tidak memasukkan IUP Laut DU 1562 ke zona

pertambangan, melainkan zona perikanan tangkap. Perda ini belum mengakomodasi sejarah keberadaan IUP yang telah berjalan sejak lama, meski terdapat klausul penyesuaian izin ruang sesuai masa berlaku. Hal ini memunculkan urgensi kajian pemanfaatan ruang laut yang tidak hanya patuh regulasi, tetapi juga mengedepankan keberlanjutan, inklusivitas, dan upaya minimasi dampak lingkungan.

Penelitian sebelumnya lebih banyak menyoroti perubahan lahan, sebaran sedimen, dan dampak lingkungan akibat penambangan timah di Bangka Belitung, serta perlunya rekomendasi zona pesisir yang memperhatikan aspek ekologis dan perikanan. Beberapa studi juga melakukan evaluasi dampak ekonomi-sosial

maupun reklamasi lahan pasca tambang. Namun, mayoritas penelitian masih bersifat sektoral, terbatas pada aspek lingkungan atau ekonomi, dan belum mengembangkan model analisis terpadu berbasis multi-kriteria yang bisa mengakomodasi kompleksitas pemanfaatan ruang di wilayah pesisir.

Keterbaruan penelitian ini terletak pada penerapan metode multi-kriteria PROMETHEE untuk membandingkan secara sistematis berbagai skenario tata kelola ruang laut, yang melibatkan integrasi indikator ekonomi, sosial, lingkungan, serta regulasi pada kasus spesifik IUP Laut DU 1562. Dengan pendekatan ini, penelitian menawarkan sebuah model penilaian dan pengambilan keputusan adaptif dalam tata kelola sumber daya pesisir. Model ini dapat menjadi acuan kebijakan yang lebih komprehensif dan efektif untuk kasus-kasus tumpang tindih izin tambang dan tata ruang di wilayah pesisir Indonesia yang kompleks, berbagai sektor, dan berdampak luas, sekaligus menjadi kontribusi baru di literatur tata kelola ruang pesisir berbasis sains pengelolaan sumber daya mineral dan lingkungan.

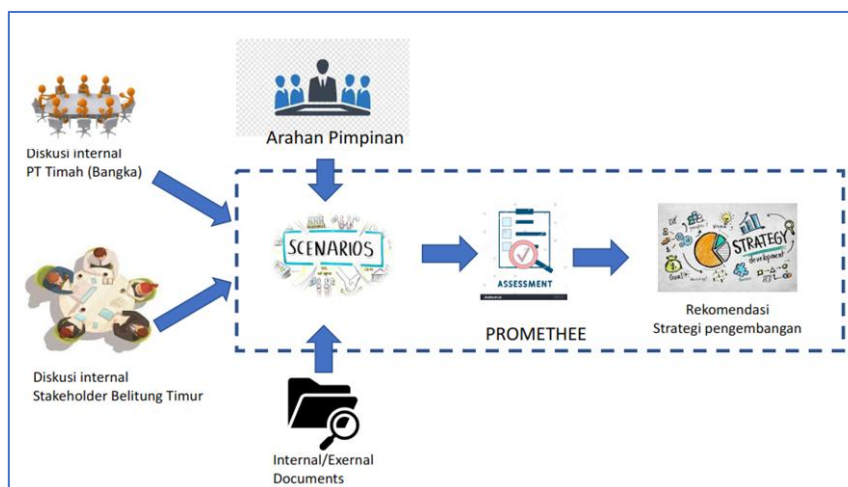
2. Metode

Untuk melakukan kajian ilmiah pengembangan timah yang inklusif dan berkelanjutan di Belitung Timur yang dilaksanakan oleh PT Timah Tbk, maka dilakukan berbagai tahapan pengumpulan data dan informasi serta tahapan analisis, sebagaimana terlihat pada kerangka analisis berikut ini (Gambar 1).

Sebagaimana terlihat pada Gambar 1, tahapan analisis dimulai dengan mengumpulkan data dan informasi dari stakeholder terkait. Rangkaian pengumpulan informasi ini dilakukan sebagai berikut :

- Diskusi internal dengan PT Timah TBK
- Pengamatan langsung di lapangan terkait operasi pertambangan timah di Bangka
- Diskusi internal dengan stakeholder Belitung Timur
- Diskusi internal dengan pejabat Bangka Belitung (Pj Gubernur, Bupati Belitung Timur, dan pejabat lainnya).

Informasi tambahan berkaitan dengan dokumen-dokumen resmi terkait dengan rencana operasi tambang di DU 1562 diperoleh pada saat pemaparan oleh PT Timah di Bangka.



Gambar 1. Kerangka analisis pertambangan inklusif dan berkelanjutan di Belitung Timur

Setelah informasi dikumpulkan maka langkah berikutnya adalah mengembangkan skenario pembangunan timah yang terdiri dari tiga skenario pengembangan yakni:

- a. Pertambangan timah inklusif. Skenario ini mempertimbangkan koeksistensi antara pertambangan dengan sektor lain seperti perikanan tangkap dan pariwisata
- b. Pertambangan eksklusif. Pada skenario ini ruang laut, khususnya DU 1562 diperuntukan khusus bagi pertambangan
- c. Non-pertambangan timah. Skenario ini dikembangkan jika peruntukan wilayah

semata-mata hanya untuk kegiatan non pertambangan seperti perikanan maupun pariwisata.

Hasil pengembangan skenario ini kemudian dianalisis melalui metode Promethee untuk menghasilkan rekomendasi kebijakan yang terbaik.

Analisis pilihan skenario terbaik dalam pemanfaatan tambang timah di Belitung Timur, khususnya DU 1562 dilakukan dengan metode PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluation*) yang dikembangkan pertama kali oleh Brans (1982)

dan Brans dan Vincke (1985). Metode ini banyak digunakan untuk menentukan ranking pilihan terbaik dalam suatu sistem atau masalah yang memiliki banyak opsi atau pilihan serta kriteria yang harus dipertimbangkan. Metode PROMETHEE didasarkan pada perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) antara pilihan dan kriteria yang ada (Fauzi, 2019). Penentuan pilihan didasarkan pada preferensi antara opsi a dan b atau $\pi(a,b)$ yang secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$\pi(a,b) = \frac{\sum_i^k w_i P(a,b)}{\sum_i w_i} \quad (1)$$

Pilihan terbaik ditentukan oleh selisih skor Phi+ (θ^+) dan Phi- atau (θ^-), atau

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (2)$$

dimana
$$\phi^+(a) = \frac{1}{(N-1)} \pi_A(a,b) \quad (3)$$

dan
$$\phi^-(a) = \frac{1}{N-1} \pi_A(b,a) \quad (4)$$

Dalam kajian ini pilihan a, b dan c adalah skenario pengembang pertambangan sebagaimana telah dijelaskan pada bagian terdahulu.

Untuk menentukan kriteria diantara berbagai opsi atau skenario tersebut maka tiga aspek utama keberlanjutan yakni ekonomi, sosial dan lingkungan menjadi pertimbangan dalam menentukan kriteria, ditambah aspek tata kelola pertambangan. Tabel 1 di bawah ini menjelaskan kriteria atau indikator yang dipilih berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan dari diskusi internal dengan stakeholder dan dokumen yang tersedia.

Tabel 1. Indikator penentuan pilihan terbaik pertambangan berkelanjutan

Indikator	Aspek	Polarity
<i>Multiplier effect</i>	Ekonomi	Max
Kontribusi ekonomi langsung ke wilayah	Ekonomi	Max
Penyerapan lapangan kerja	Ekonomi	Max
Mengurangi kemiskinan	Sosial	Max
Potensi Konflik	Sosial	Min
Dampak lingkungan perairan	Lingkungan	Min
Dampak kegiatan perikanan	Lingkungan	Min

Mengurangi kegiatan tambang ilegal	Tata kelola	Max
Kepatuhan terhadap PRL	Tata kelola	Max

Dalam kajian ini sembilan indikator atau kriteria dari mulai aspek dampak efek pengganda pertambangan sampai ke aspek tata kelola (kepatuhan terhadap penataan ruang laut) menjadi pertimbangan dalam menentukan pilihan terbaik. Setiap kriteria memiliki polarity yang menunjukkan apakah kriteria tersebut kriteria maksimum (semakin tinggi nilainya semakin baik) atau polarity minimum (semakin kecil semakin baik). Dampak ekonomi misalnya, merupakan polarity maksimum, sementara dampak lingkungan dan potensi konflik memiliki polarity minimum. Indikator yang diperoleh baik kuantitatif maupun kualitatif kemudian dimasukkan ke dalam software PROMETHEE-GAIA untuk menghasilkan pilihan terbaik.

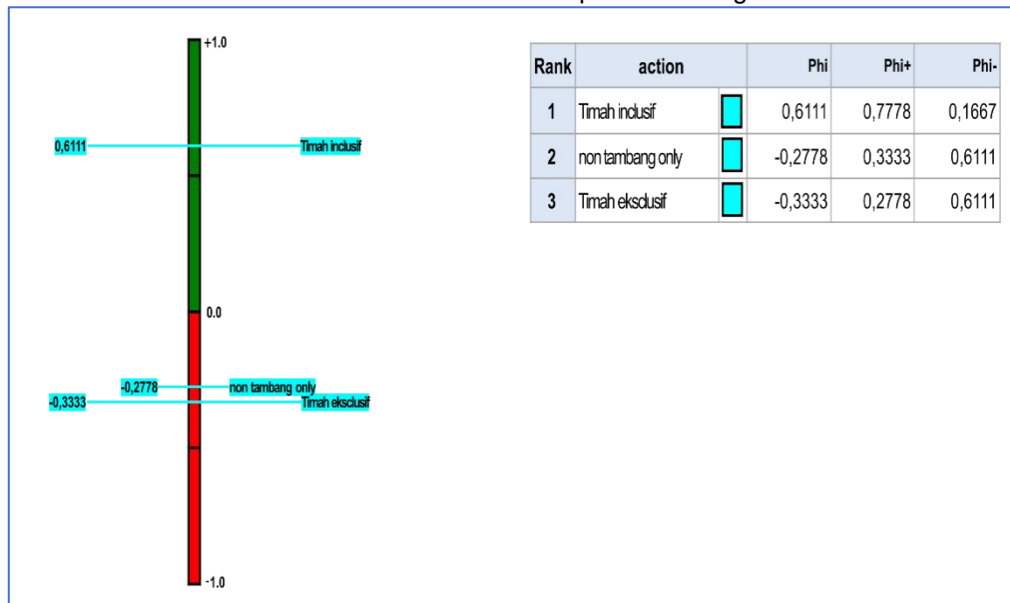
3. Hasil dan Pembahasan

Dengan menggunakan tiga opsi pilihan kebijakan dan sembilan kriteria seperti telah dikemukakan di atas, analisis PROMETHEE menghasilkan skor urutan pilihan kebijakan dengan opsi pertambangan timah dilakukan secara inklusif (dengan skor 0.611), sementara pilihan kedua dan ketiga yakni peruntukan laut hanya untuk kegiatan perikanan menghasilkan skor negatif sebesar -0.2778 dan pertambangan inklusif sebesar -0.3333 (Gambar 2). Skor negatif mengindikasikan bahwa kriteria atau indikator yang memberikan kontribusi positif lebih kecil daripada kriteria yang memberikan dampak negatif pada kedua opsi pertambangan eksklusif dan non-tambang. Hal ini terlihat pada nilai skor sebagaimana terlihat pada Gambar 2 bahwa untuk tambang inklusif, nilai Phi+ lebih besar dari Phi- sementara untuk kedua opsi sisanya terjadi sebaliknya

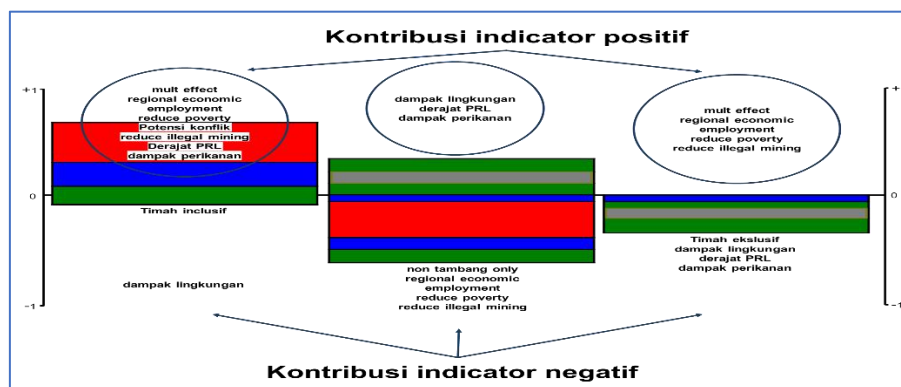
Sebaran kontribusi positif dan negatif untuk ketiga opsi dapat dilihat pada Gambar 3 berikut. Sebagaimana terlihat pada Gambar 3, kontribusi positif terjadi pada aspek ekonomi dan sosial (warna merah dan biru), sementara untuk opsi non-tambang, kontribusi ekonomi dan sosial memiliki skor negatif.

Untuk melihat secara lebih rinci gambaran kontribusi indikator atau kriteria pada setiap opsi kebijakan, dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 berikut ini. Pada Gambar 4, untuk pertambangan inklusif, aspek yang memberi kontribusi positif adalah indikator *multiplier effect*, *regional income*, *employment*, pengurangan kemiskinan dan turunnya potensi konflik sosial, serta mengurangi terjadinya *illegal mining*. Sementara skor negatif didapat dari aspek lingkungan perairan. Secara visual

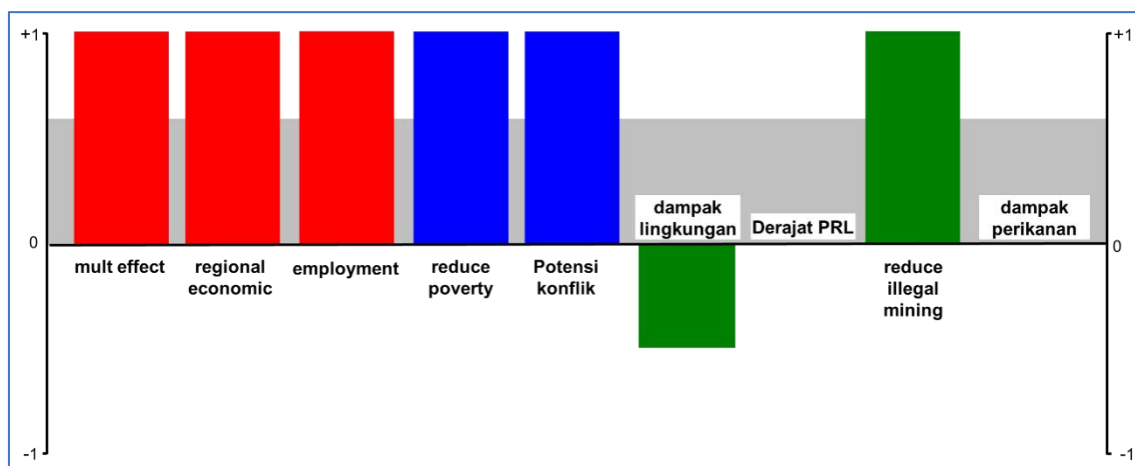
nampak bahwa kontribusi positif dari indikator pada skenario kebijakan ini lebih dominan daripada skor negatif indikator.



Gambar 2. Skor dan Ranking Pilihan Terbaik



Gambar 3. Sebaran kontribusi indikator positif dan negatif untuk ketiga opsi kebijakan



Gambar 4. Kontribusi setiap kriteria untuk kebijakan tambang inklusif

Gambar 5 menyajikan gambaran kontribusi setiap indikator untuk kebijakan peruntukan non-tambang (perikanan). Dari gambar terlihat bahwa kontribusi positif diperoleh dari aspek lingkungan, derajat kepatuhan terhadap Perda yang ada saat

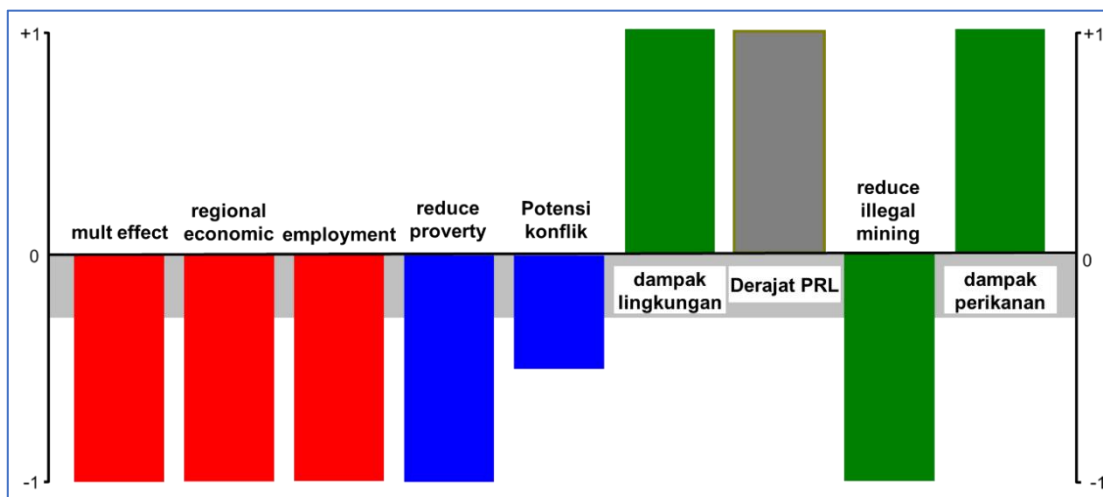
ini (RZWP3K), dan dampak perairan yang relatif kecil. Namun demikian kebijakan ini menghasilkan skor negatif untuk aspek sosial dan ekonomi dimana dari sembilan indikator, enam indikator (khususnya aspek sosial ekonomi

dan mengurangi pertambangan ilegal berada pada skor negatif. Hanya tiga indikator yang berkontribusi positif.

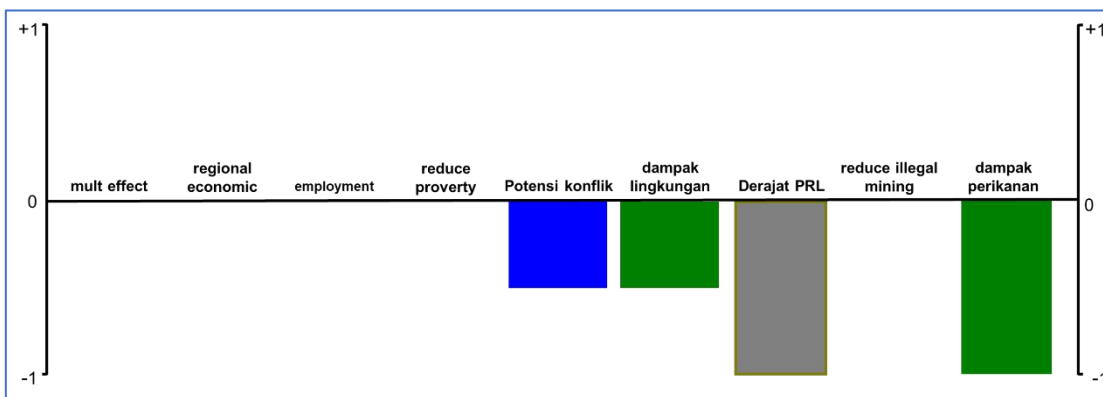
Gambar 6 menyajikan sebaran kontribusi indikator pada opsi kebijakan tambang eksklusif tanpa mempertimbangkan sektor perikanan dan sektor lainnya. Pada kondisi ini kontribusi sektor positif relatif tergerus oleh kontribusi indikator negatif, seperti potensi konflik, pencemaran perairan, dan derajat kepatuhan terhadap regulasi yang ada. Dari hasil analisis

PROMETHEE, pilihan ini memang merupakan pilihan yang paling rendah dibanding dengan kedua pilihan sebelumnya.

Hasil analisis yang telah disajikan sebelumnya didasarkan pada pembobotan kriteria yang memiliki tingkat kepentingan yang sama. Pada bagian ini disajikan uji sensitivitas ketika beberapa kriteria diubah sampai pada tingkat bobot 100%, dan apakah kemudian akan mengubah ranking pilihan.



Gambar 5. Kontribusi setiap kriteria untuk opsi kebijakan non-tambang



Gambar 6. Kontribusi setiap kriteria untuk opsi kebijakan tambang eksklusif

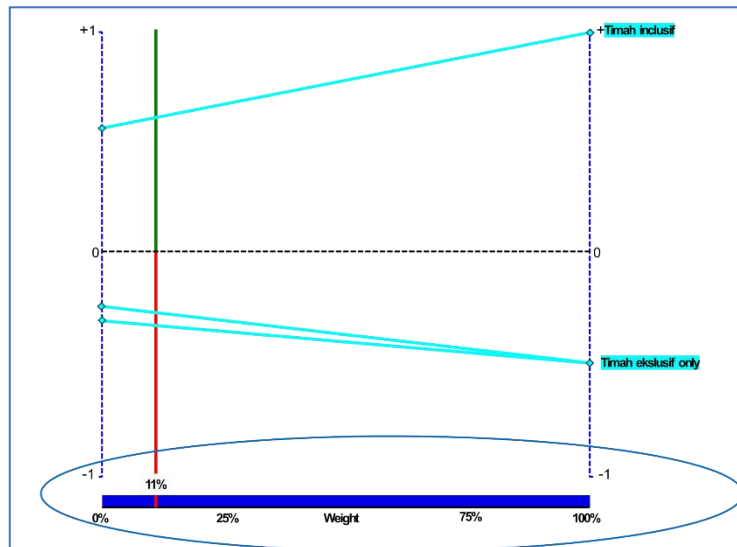
Gambar 7 berikut ini menyajikan hasil sensitivitas ketika bobot indikator potensi konflik dinaikkan sampai 100%. Indikator ini menjadi pertimbangan utama untuk diuji karena yang sering muncul di permukaan terkait izin pertambangan adalah potensi konflik yang ditimbulkan. Dari hasil uji sensitivitas indikator potensi konflik menunjukkan bahwa opsi pertambangan yang inklusif dan berkelanjutan tetap memiliki keunggulan dibanding dengan dua opsi yang lain, bahkan dalam jangka panjang derajat keunggulan opsi ini meningkat. Hal ini dimungkinkan karena sifat "inclusiveness" dari opsi ini yang memungkinkan sektor lain berkembang dan adanya kemitraan yang kuat

dalam jangka panjang antara sektor tambang dan non-tambang. Dengan kata lain skenario pertambangan timah inklusif merupakan skenario yang bersifat WIN-WIN solution.

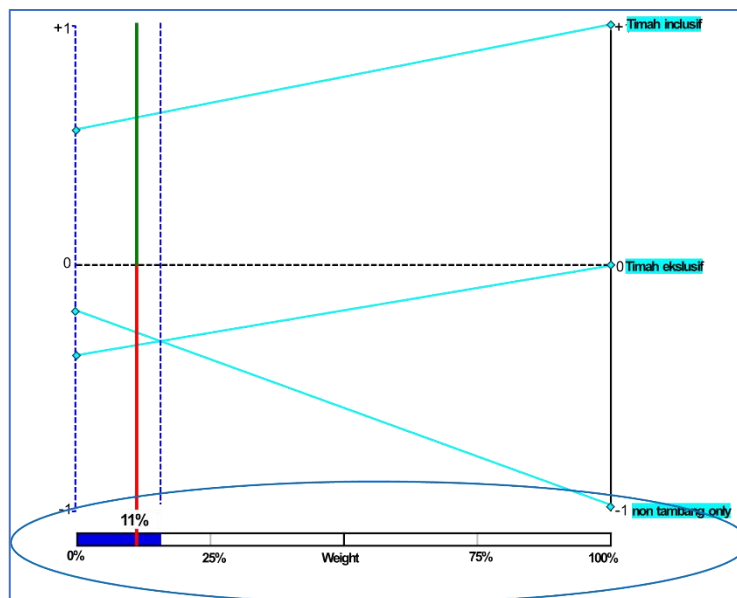
Uji sensitivitas pada aspek ekonomi disajikan pada Gambar 8 berikut ini. Sebagaimana terlihat pada Gambar 8, analisis sensitivitas terhadap aspek ekonomi (bobot dampak pengganda dan kontribusi ekonomi daerah) menunjukkan bahwa jika bobot ini dinaikkan sampai 100% dari bobot saat ini (11%) maka pertambangan timah baik eksklusif maupun inklusif akan memiliki keunggulan. Hal ini berlaku juga pada aspek pengurangan terhadap *illegal mining*. Artinya timah inklusif dan eksklusif memiliki kelebihan

dalam mengurangi *illegal mining*. Namun penguatan pada bobot ini sebaiknya tidak dilakukan sampai 100% karena pertimbangan lingkungan dan social sering menjadi pertimbangan masyarakat setempat dalam menerima pertambangan di laut. Sebagaimana

terlihat pula pada Gambar 8, jika bobot ekonomi berada lebih kecil dari bobot rata-rata saat ini (dibawah 11%), opsi non-tambang lebih baik dari tambang eksklusif, namun kedua opsi tersebut masih lebih rendah skornya dibanding dengan tambang inklusif dan berkelanjutan.



Gambar 7. Uji sensitivitas pada indikator potensi konflik



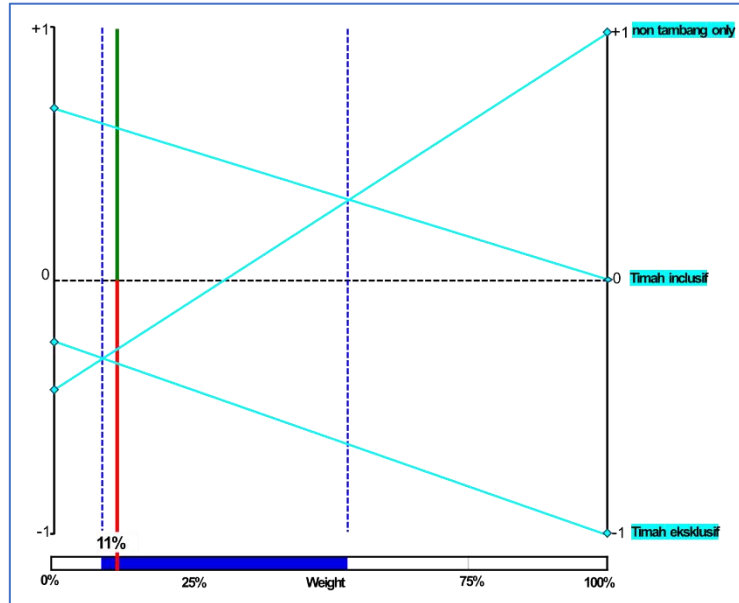
Gambar 8. Uji sensitivitas pada indikator ekonomi

Gambar 9 menyajikan uji sensitivitas jika perairan di Belitung Timur diperuntukkan hanya untuk kegiatan perikanan semata. Jika bobot pertimbangan kegiatan perikanan sampai di atas 50% maka kegiatan non pertambangan (perikanan dan pariwisata) memiliki keunggulan disusul kemudian timah inklusif. Namun pilihan ini hanya unggul jika pertimbangan kepentingan perikanan sangat besar. Sementara kondisi existing sektor perikanan masih didominasi skala kecil.

Dengan mempertimbangkan berbagai aspek dan uji sensitivitas dari berbagai indikator, tahap akhir analisis PROMETHEE adalah menentukan solusi optimal berdasarkan pertimbangan dari berbagai kriteria di atas. Setelah dilakukan perhitungan optimisasi dari berbagai indikator, PROMETHEE menghasilkan solusi optimal skenario pertambangan timah Inklusif (yakni koeksistensi dengan perikanan dan pariwisata serta sektor UMKM) sebagaimana ditunjukkan pada Decision "YES" dan berwarna hijau. Keputusan "YES" merupakan keputusan optimal jika

dibandingkan dari sisi kriteria ataupun jika dibanding dengan pilihan yang lain (*Compare*).

Dua skenario lain menghasilkan *Decision Optimal* NO (berwarna merah) (Gambar 10).



Gambar 9. Uji sensitivitas terhadap bobot dampak perikanan

Actions		Net Flow	Optimal	Compare	Constraints	Optimal		Compare			
		Total:	0,6111	0,6111		LHS		RHS	LHS	RHS	
Timah inklusif	<input checked="" type="checkbox"/>	0,6111	yes	yes	Minimum	1,00	>=	1,00	1,00	>=	1,00
Timah eksklusif	<input checked="" type="checkbox"/>	-0,3333	no	no	Maximum	1,00	<=	3,00	1,00	<=	3,00
non tambang o...	<input checked="" type="checkbox"/>	-0,2778	no	no							

Gambar 10. Solusi Optimal hasil analisis PROMETHEE

4. Kesimpulan

Hasil kajian berdasarkan data, informasi, dan pendekatan perankingan pilihan terbaik melalui metode PROMETHEE menunjukkan bahwa opsi perizinan pertambangan timah secara inklusif dengan mempertimbangkan koeksistensi dengan sektor lain seperti perikanan, pariwisata, dan UMKM merupakan pilihan terbaik dalam pengembangan kawasan Belitung Timur (perairan Olivier). Skenario pertambangan timah inklusif ini memiliki keunggulan signifikan dari aspek ekonomi, sosial, dan tata kelola pertambangan karena mampu mengakomodasi kepentingan berbagai sektor secara bersamaan. Selain itu, skenario ini juga efektif dalam meredam potensi konflik sosial serta mengurangi aktivitas pertambangan ilegal yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Dengan demikian, penerapan model pertambangan timah inklusif dan berkelanjutan ini direkomendasikan sebagai solusi optimal dalam pengelolaan sumber daya dan ruang laut di Belitung Timur.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada PT Timah Tbk atas dukungan, fasilitas, serta penyediaan data yang esensial bagi penelitian ini. Ucapan terima kasih yang tulus juga ditujukan kepada Bapak Maulana Yusuf dan Bapak Imam Asngari selaku pembimbing, atas arahan, bimbingan ilmiah, serta masukan berharga yang diberikan sepanjang proses penelitian. Selanjutnya, penulis menghaturkan apresiasi kepada Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, atas dukungan akademik, suasana ilmiah yang kondusif, serta kesempatan yang diberikan untuk mengembangkan penelitian ini dalam kerangka keilmuan yang lebih luas.

Daftar Pustaka

Aragón, F. M., Chuhan-Pole, P., & Land, B. C. (2015, May). The Local Economic Impacts of

- Resource Abundance, What Have We Learned? Policy Research Working Paper.
- Balusa, B., & Singam, J. (2018). Underground Mining Method Selection Using WPM and PROMETHEE. *J. Inst. Eng. India Ser. D* 99, 165–171.
- Brans, J. P., Mareschal, B., Figueira, J. R., Greco, S., Ehrogott, M., 2005. Promethee Methods. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. 163-186.
- Brans, J.P, and P. Vincke (1985). A preference ranking organisation method: The PROMETHEE method for MCDM. *Management Science*, 647-656.
- Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Kabupaten Belitung Timur. (2023). Data Angkatan Kerja dan Pengangguran di Kabupaten Belitung Timur.
- Fauzi, A., 2019. Teknik Analisis Keberlanjutan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kokko, K., Buanes, A., Koivurova, T., Masloboev, V., & Maria, P. (2015). Sustainable mining, local communities and environmental regulation. *BARENTS STUDIES: Peoples, Economies and Politics*, 50-81.
- Pemerintah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2020). Peraturan Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Tahun 2020-2040. Bangka Belitung: Pemerintah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- PT Timah Tbk. (2022). Laporan Tahunan Hasil Eksplorasi Sumberdaya dan Cadangan Timah. Pangkal Pinang: PT Timah Tbk.
- Rio Tinto. (2021). Communities and Social Performance Commitments Disclosure. Rio Tinto.