Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen dan Akuntansi (Jebma)
Volume : 06 | Nomor 02 | Juli 2026 | E-ISSN : 2797-7161 | DOI: doi.org/jebma.v6n2.8688

Evaluasi Nilai Ekonomi Pada Perencanaan Penambangan Batubara PT X Kecamatan Muara Wis Kabupaten Kutai Kartanegara

Penulis:
Abdul Kadir Jailani[1]
Abdul Gani Sidqi[2]
Andi St. Waiyah Andisa[3]

Afiliasi:
Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung, Indonesia[1]
Independen Konsultan, Jakarta, Indonesia[2]

Korespondensi:
ak.al.jailani@gmail.com

Histori Naskah:
Submit: 28-05-2026
Accepted: 30-05-2026
Published: 01-07-2026

Abstrak: **Latar belakang**: Evaluasi ekonomi cadangan batubara merupakan komponen penting dalam perencanaan tambang dan pengambilan keputusan investasi, khususnya dalam kondisi pasar yang fluktuatif. Studi ini bertujuan untuk memperkirakan cadangan batubara yang dapat ditambang dan menilai kelayakan ekonomi blok pertambangan PT X yang terletak di Kecamatan Muara Wis, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, Indonesia. **Tujuan**: (1) Menghitung volume batubara pada batas pit ekonomis, (2) Mengevaluasi nilai ekonomi menggunakan metode DCF, dan (3) Menganalisis sensitivitas parameter ekonomi. **Metode**: Evaluasi ekonomi menggunakan metode *Discounted Cash Flow* (DCF) dengan persamaan NPV. Analisis sensitivitas dilakukan dengan metode *one-at-a-time* (OAT) terhadap tiga variabel: harga jual batubara, biaya produksi (ongkos angkut dan penambangan), dan tingkat diskonto. **Hasil**: Total cadangan ekonomis 2,4 juta ton, strip ratio 22,3 bcm/ton dan nilai kalor rata-rata 6.304 kkal/kg (ar). Pada skenario dasar (USD 95/ton FOB) proyek ini menghasilkan NPV sebesar USD 4,57 juta, IRR sebesar 29,2%, BCR) sebesar 1,10, dan periode pengembalian modal selama 3 tahun, yang menunjukkan bahwa proyek ini layak secara ekonomi. Analisis sensitivitas mengungkapkan bahwa harga jual batubara adalah variabel yang paling berpengaruh terhadap nilai proyek, dengan penurunan hanya 5% saja sudah cukup untuk membuat NPV menjadi negatif, sedangkan biaya operasional dan tingkat diskonto memiliki dampak yang relatif lebih kecil. **Kesimpulan**: Proyek layak dikembangkan secara ekonomi namun memerlukan manajemen risiko terhadap fluktuasi harga batubara.

Kata kunci: analisis sensitivitas; *discounted cash flow*; kelayakan ekonomi tambang; pertambangan batubara

Pendahuluan

Indonesia termasuk di antara produsen dan eksportir batubara terbesar di dunia, dengan total produksi pada tahun 2023 mencapai 775 juta ton dan ekspor sekitar 520 juta ton (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2024). Batubara tetap menjadi komoditas strategis yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan nasional dan menopang permintaan energi domestik, khususnya untuk pembangkit listrik tenaga batubara (PLTU). Terlepas dari meningkatnya tekanan global terhadap transisi energi, batubara terus memegang peran sentral dalam bauran energi dan ekonomi ekspor Indonesia, sehingga evaluasi ekonomi yang cermat terhadap cadangan batubara menjadi lebih relevan dari sebelumnya.

Dalam konteks perencanaan tambang, evaluasi ekonomi cadangan batubara merupakan tahap penting sebelum pengambilan keputusan investasi. Keputusan untuk mengembangkan deposit batubara memerlukan analisis ekonomi yang komprehensif, termasuk proyeksi pendapatan, estimasi biaya produksi, pemodelan arus kas, dan penilaian risiko investasi (Torries, 2021; Alrashdi & Saydam, 2020). Evaluasi tersebut juga harus mempertimbangkan meningkatnya ketidakpastian pasar, karena harga batubara global telah menunjukkan volatilitas yang substansial dalam beberapa tahun terakhir yang didorong oleh gangguan geopolitik, pergeseran kebijakan energi di negara-negara pengimpor utama, dan fluktuasi permintaan pasca-

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

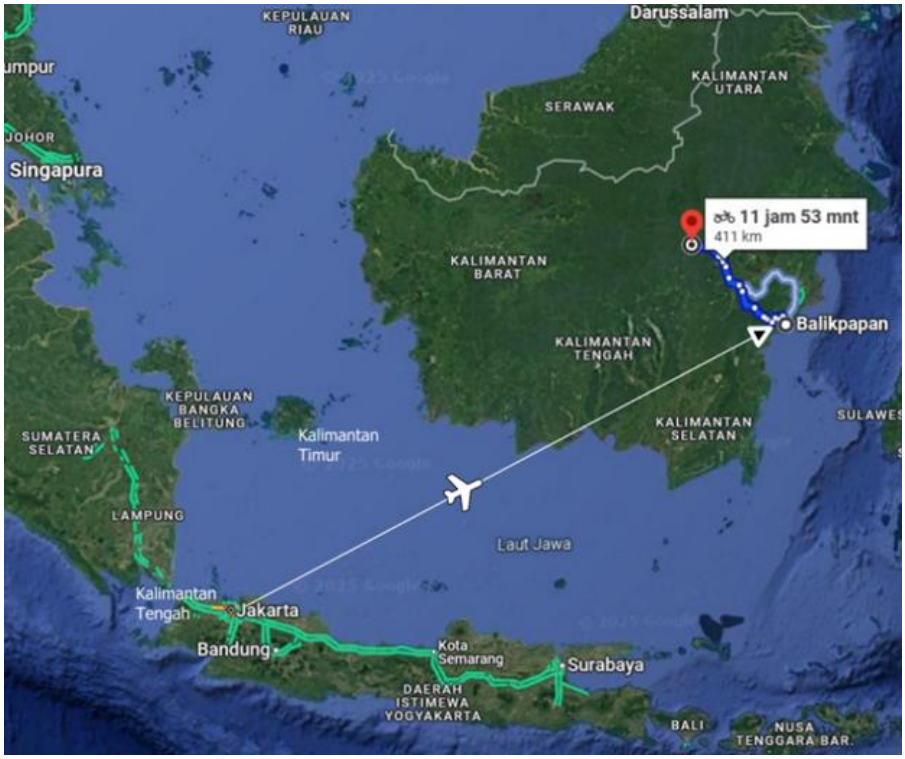
Volume : 06 | Nomor 02 | Juli 2026 | E-ISSN : 2797-7161 | DOI: doi.org/jebma.v6n2.8688

pandemi (IEA, 2023; Bank Dunia, 2024). Volatilitas ini meningkatkan risiko investasi dan menggarisbawahi perlunya kerangka kerja penilaian ekonomi kuantitatif yang kuat di tingkat proyek.

Metode *Discounted Cash Flow* (DCF) tetap menjadi pendekatan yang paling banyak diterapkan dalam evaluasi kelayakan proyek pertambangan. Dengan mendiskontokan proyeksi arus kas masa depan ke nilai sekarangnya menggunakan tingkat yang mencerminkan biaya modal dan risiko spesifik proyek, analisis DCF menghasilkan indikator investasi utama seperti NPV,

Analisis sensitivitas merupakan pelengkap penting bagi evaluasi berbasis DCF, yang memungkinkan identifikasi variabel-variabel yang paling signifikan mempengaruhi kinerja ekonomi proyek dalam kondisi pasar yang tidak pasti (Jiskani dkk., 2022; Khamooshi & Cioffi, 2018). Dalam pertambangan batubara, variabel yang paling umum diperiksa meliputi harga jual, biaya produksi, rasio pengupasan, dan tingkat produksi. Keempat parameter ini dipilih untuk penelitian ini karena mewakili pendorong utama yang dapat dikendalikan dan didorong oleh pasar terhadap ekonomi proyek dalam operasi batubara terbuka, dan merupakan variabel yang perkiraan rentangnya dapat diperoleh secara andal dari data teknik spesifik lokasi dan intelijen pasar.

Penelitian ini dilakukan di Blok Pertambangan PT X, yang berlokasi di Kecamatan Muara Wis, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1). Tujuan penelitian adalah: (1) Menghitung volume batubara pada batas pit ekonomis, (2) mengevaluasi nilai ekonomi menggunakan metode DCF, dan (3) menganalisis sensitivitas parameter ekonomi.



Gambar 1. Peta kesampaian daerah PT X Kecamatan Muara Wis, Kabupaten Kutai Kartanegara

Berdasarkan kesenjangan penelitian yang ada, penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan estimasi cadangan ekonomis, evaluasi kelayakan investasi menggunakan metode DCF, dan analisis sensitivitas dalam satu kerangka analisis. Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara cadangan yang dapat ditambang secara ekonomis, nilai investasi proyek, dan tingkat sensitivitas terhadap perubahan parameter ekonomi utama pada industri pertambangan batubara.

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Studi Literatur

Discounted Cash Flow (DCF) dalam Evaluasi Tambang

Discounted Cash Flow (DCF) merupakan metode pendekatan yang digunakan untuk menentukan nilai suatu proyek berdasarkan estimasi arus kas masa depan yang didiskontokan ke nilai saat ini menggunakan tingkat diskonto tertentu. Konsep ini menjelaskan bahwa nilai sejumlah uang yang dimiliki saat ini lebih tinggi dibandingkan nilai yang sama pada masa mendatang akibat adanya peluang investasi, inflasi, dan risiko. Dalam penerapannya, metode DCF menghitung nilai sekarang dari seluruh arus kas yang diperkirakan akan diperoleh selama umur proyek dengan menggunakan tingkat diskonto tertentu. Oleh karena itu, metode ini dianggap mampu memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai potensi keuntungan dan kelayakan suatu proyek dibandingkan metode evaluasi yang tidak memperhitungkan faktor waktu (Mariz, Rocha, & Souza, 2021).

Pada industri pertambangan, DCF digunakan sebagai alat untuk menilai kemampuan proyek dalam menghasilkan keuntungan yang sebanding dengan risiko investasi yang dihadapi. Evaluasi menggunakan metode ini umumnya menghasilkan beberapa indikator ekonomi, seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (BCR), dan *Payback Period* (PP).

Net Present Value (NPV) merupakan metode evaluasi investasi yang menghitung selisih antara nilai sekarang dari seluruh penerimaan kas dan nilai sekarang dari seluruh pengeluaran kas selama umur proyek. Suatu proyek dinyatakan layak apabila menghasilkan nilai NPV positif karena menunjukkan bahwa proyek mampu memberikan nilai tambah bagi investor. Dalam industri pertambangan, NPV menjadi indikator utama dalam menilai kelayakan ekonomi suatu proyek karena mempertimbangkan nilai waktu uang (*time value of money*) dan seluruh arus kas yang dihasilkan selama masa operasi tambang (Nieto & Muncher, 2021).

Internal Rate of Return (IRR) adalah tingkat diskonto yang menyebabkan nilai NPV sama dengan nol. IRR digunakan untuk mengukur tingkat pengembalian investasi yang dihasilkan oleh suatu proyek. Proyek dianggap layak apabila nilai IRR lebih besar dibandingkan tingkat pengembalian minimum yang disyaratkan atau *cost of capital* perusahaan. Dalam evaluasi proyek pertambangan, IRR sering digunakan bersama NPV untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai profitabilitas investasi (Utami, Cahyadi, & Ernawati, 2024).

Payback Period merupakan metode yang digunakan untuk mengukur jangka waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi awal dari arus kas bersih yang dihasilkan proyek. Semakin cepat periode pengembalian investasi, semakin rendah risiko yang ditanggung investor. Meskipun metode ini tidak mempertimbangkan nilai waktu uang, *payback period* masih banyak digunakan sebagai indikator pendukung dalam studi kelayakan proyek pertambangan karena kemudahannya dalam menggambarkan tingkat likuiditas investasi (Sidiq & Mukarrom, 2021).

Suatu proyek pertambangan umumnya dinilai layak untuk dikembangkan apabila memiliki nilai NPV lebih besar dari nol, nilai IRR melebihi tingkat pengembalian minimum yang disyaratkan atau tingkat diskonto, serta nilai BCR lebih besar dari satu. Indikator-indikator tersebut menjadi dasar penting dalam proses pengambilan keputusan investasi dan perencanaan pengembangan tambang.

$$\mathbf{NPV = \Sigma\ [CFt\ /\ (1+r)t]\ untuk\ t = 0, 1, 2, ..., n\ (1)}$$

Dimana CFt adalah arus kas bersih pada periode t, r adalah tingkat diskonto, dan n adalah umur tambang dalam tahun. Tingkat Pengembalian Internal (IRR) ditentukan sebagai nilai r di mana NPV = 0, yang dihitung secara numerik menggunakan interpolasi linier antara dua tingkat diskonto pembatas yang mengapit perubahan tanda pada NPV.

Tingkat diskonto sebesar 10% diadopsi untuk mewakili Biaya Modal Rata-Rata Tertimbang (WACC) yang umum diterapkan dalam evaluasi investasi pertambangan batubara di Indonesia. Tingkat yang dipilih mencerminkan pengembalian yang diharapkan oleh investor dengan mempertimbangkan risiko

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

operasional, pasar, dan pembiayaan proyek. Nilai tersebut juga konsisten dengan tingkat diskonto yang biasanya digunakan dalam evaluasi awal dan pra-kelayakan proyek pertambangan batubara di Indonesia.
Widayatno, Sulthoni, & Hariyadi (2021) dalam penelitian tentang kelayakan ekonomi tambang batubara peringkat rendah di Sumatera Selatan menunjukkan bahwa metode DCF efektif dalam mengidentifikasi ambang batas ekonomis suatu proyek. Studi tersebut menekankan pentingnya pemilihan tingkat diskonto yang tepat, yang mencerminkan *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) perusahaan serta profil risiko spesifik proyek.
Penelitian oleh Utami, Cahyadi, dan Ernawati (2024) mengenai investasi proyek tambang batubara menggunakan metode NPV, IRR, dan *fuzzy logic* menunjukkan bahwa proyek yang diteliti layak untuk dikembangkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator NPV dan IRR memberikan nilai yang memenuhi kriteria kelayakan investasi. Selain itu, penelitian tersebut menemukan bahwa perubahan parameter ekonomi seperti harga jual batubara dan biaya operasional memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai investasi proyek, sehingga sensitivity analysis menjadi alat penting dalam pengambilan keputusan investasi tambang.
Subroto dan Faturohman (2024) mengevaluasi dua alternatif pengembangan Pit J pada proyek tambang batubara menggunakan metode DCF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif dengan cadangan yang lebih besar menghasilkan NPV dan IRR yang lebih tinggi sehingga lebih layak untuk dikembangkan. Penelitian ini menekankan pentingnya integrasi perencanaan tambang dan evaluasi ekonomi dalam pengambilan keputusan investasi.
Asumsi ekonomi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Asumsi Ekonomi

Parameter	Anggapan
Tingkat inflasi	0% (analisis nilai riil)
Peningkatan biaya	Tidak diterapkan
Kenaikan harga batubara	Tidak diterapkan
Metode penyusutan	Garis lurus

* Analisis dilakukan dalam nilai riil; oleh karena itu, faktor inflasi dan eskalasi tidak secara eksplisit dimasukkan. Pengeluaran modal didepresiasi menggunakan metode garis lurus selama masa operasi tambang, sementara nilai sisa atau nilai penyelamatan pada akhir proyek diasumsikan secara konservatif sebagai nol. Ketentuan pengelolaan lingkungan, reklamasi, dan penutupan tambang dimasukkan ke dalam struktur biaya operasional sesuai dengan asumsi perencanaan penutupan tambang awal perusahaan.

Analisis Sensitivitas dalam Pertambangan Batubara

Analisis sensitivitas adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh perubahan variabel-variabel penting terhadap hasil evaluasi ekonomi proyek. Analisis ini dilakukan dengan mengubah satu variabel tertentu, seperti harga komoditas, biaya operasi, biaya investasi, atau tingkat produksi, sementara variabel lainnya dianggap tetap. Dalam industri pertambangan, metode ini berperan penting dalam mengukur tingkat risiko investasi dan menentukan variabel yang paling berpengaruh terhadap perubahan nilai NPV maupun IRR proyek (Shashkova, 2021).
Winarno & Kusuma (2022) dalam studi mereka tentang optimasi desain pit tambang batubara di Kalimantan Selatan menemukan bahwa sensitivitas proyek terhadap perubahan harga batubara jauh lebih tinggi dibandingkan perubahan biaya operasional. Temuan ini konsisten dengan sifat industri pertambangan yang sangat terpapar pada volatilitas harga komoditas global.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Blok Penambangan PT X, yang terletak di Kecamatan Muara Wis, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Data yang dikumpulkan meliputi: data eksplorasi geologi

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Volume : 06 | Nomor 02 | Juli 2026 | E-ISSN : 2797-7161 | DOI: doi.org/jebma.v6n2.8688

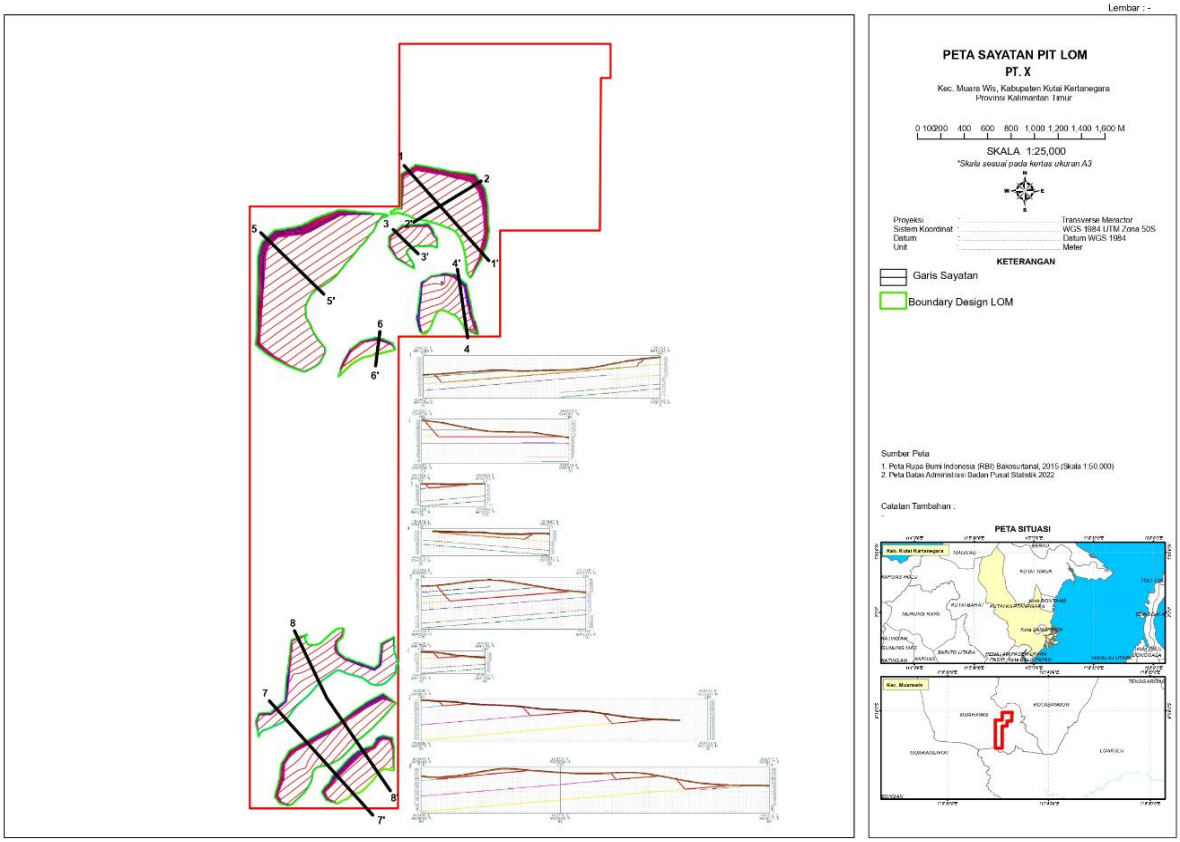
berupa 27 titik pemboran inti dengan kedalaman total 1.215 meter; hasil analisis kualitas batubara dari 5 sampel *core drilling*; data topografi dan pemetaan geologi struktur; data estimasi *forecast* harga berdasarkan ICI (*Indonesian Coal Indeks*) & HBA (Harga Batubara Acuan); serta data biaya operasional dan investasi dari studi kelayakan perusahaan.

Evaluasi ekonomi menggunakan metode *Discounted Cash Flow* (DCF) dengan persamaan NPV pada rumus (1). Analisis sensitivitas dilakukan dengan metode *one-at-a-time* (OAT) terhadap tiga variabel: harga jual batubara, biaya produksi (ongkos angkut dan penambangan), dan tingkat diskonto. Rentang perubahan masing-masing variabel adalah ±5%, ±10%, ±15%, ±20%, dan ±25% dari nilai *base case*.

Hasil

Karakteristik dan Estimasi Batubara

Hasil optimasi cadangan batubara diperoleh berdasarkan model sumber daya batubara yang telah diestimasi sebelumnya, diikuti dengan penentuan batas lubang tambang ekonomis melalui proses optimasi yang mempertimbangkan parameter ekonomi dan geometri penambangan. Setelah itu, desain praktikal pit dikembangkan dengan mengacu pada hasil optimasi dan disesuaikan sesuai dengan hasil studi geoteknik, khususnya mengenai stabilitas lereng dan parameter desain geoteknik. Hasil estimasi cadangan didukung oleh penampang geologi dan peta distribusi cadangan yang dihasilkan dari model geologi dua dimensi (Gambar 2) yang menggambarkan kontinuitas lapisan batubara, konfigurasi struktural, dan distribusi spasial cadangan batubara dalam batas lubang tambang ekonomis.



Gambar 2. Optimasi Lubang dan penampang PT X

Berdasarkan hasil perhitungan, interpretasi data pengeboran menunjukkan bahwa terdapat delapan lapisan batubara yang dapat ditambang secara ekonomis di dalam area penelitian. Karakteristik geologi dan kualitas masing-masing lapisan disajikan pada Tabel 2.

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Volume : 06 | Nomor 02 | Juli 2026 | E-ISSN : 2797-7161 | DOI: doi.org/jebma.v6n2.8688

Tabel 2. Karakteristik dan Kualitas Batubara menurut Lapisan

Seam	Estimasi Cadangan (MTon)	Tanah Penutup (Juta BCM)	SR (BCM/ton)	CV (kkal/kg ar)	FC (% adb)	TM (% adb)	IM (% adb)	Abu (% adb)	TS (% adb)
B	0,2	2,9	15,7	6.862	45,98	7,32	4,04	6,63	1,4
C	0,2	5,8	29	6.839	43,51	7,23	3,54	7,52	2,11
D	0,2	3,7	24,5	7.433	47,46	5,64	3,89	2,7	1,11
G	0,1	2,3	24	7.049	45,6	7,1	4,38	4,81	3,66
H	0*	0,8	21,9	6.897	48,17	7,6	4,67	3,6	0,55
I	0,8	23,2	27,7	6.597	44,4	12,7	5,6	2,8	0,64
J	0,9	12,4	14,6	5.436	38,6	19,3	15,8	4,1	1,56
K	0*	2,1	71,3	7.042	46,49	6,42	5,05	3,83	2,29
Total	**2,4**	**53,3**	**22,3**	**6.304**	**42,7**	**13,36**	**8,78**	**4,06**	**1,32**

* Lapisan batubara H dan K diidentifikasi selama pemodelan geologi dan analisis kualitas batubara dilakukan; namun, perkiraan tonase yang dapat ditambang sangat kecil setelah menerapkan batasan penambangan dan kriteria perhitungan cadangan. Akibatnya, tonase cadangan yang dihasilkan dibulatkan menjadi nol dalam tabel ringkasan cadangan. Volume lapisan penutup dan parameter kualitas tetap dilaporkan karena lapisan batubara ini termasuk dalam model geologi dan berkontribusi pada geometri lubang tambang secara keseluruhan.

Total estimasi cadangan batubara yang diperkirakan dapat ditambang dalam batas lubang tambang yang ekonomis mencapai 2,4 juta ton, dengan nilai kalor rata-rata tertimbang sebesar 6.304 kkal/kg (ar). Total estimasi volume lapisan penutup yang harus dihilangkan mencapai 53,3 juta bcm, menghasilkan rasio pengupasan (SR) rata-rata sebesar 22,3 bcm/ton.

Variasi kualitas batubara secara langsung memengaruhi proses optimasi tambang secara ekonomi karena nilai kalor batubara memengaruhi harga jual batubara yang dapat dicapai dan pada akhirnya pendapatan yang dihasilkan dari setiap blok penambangan. Lapisan batubara berkualitas tinggi, khususnya yang memiliki nilai kalor lebih tinggi dan kadar abu lebih rendah, memberikan kontribusi lebih besar terhadap nilai tambang dan lebih diutamakan untuk dimasukkan dalam kerangka tambang yang dioptimalkan. Sebaliknya, lapisan batubara berkualitas rendah menghasilkan nilai ekonomi yang lebih rendah dan oleh karena itu memiliki pengaruh yang lebih kecil terhadap batas tambang akhir. Nilai kalor rata-rata tertimbang diasumsikan harga jual batubara sebesar USD 95/ton FOB yang digunakan dalam proses optimasi.

Estimasi cadangan menggabungkan faktor pemulihan penambangan dan kehilangan penambangan untuk memperhitungkan keterbatasan ekstraksi praktis selama operasi penambangan. Asumsi-asumsi berikut diterapkan: (1) Faktor pemulihan penambangan: 97%. (2) Faktor kehilangan penambangan: 10 cm untuk *floor* dan *roof* batubara. (3) Faktor dilusi batubara: 2 cm.

Tonase estimasi cadangan yang dapat dipulihkan dihitung setelah menerapkan faktor-faktor modifikasi ini pada sumberdaya batubara in-situ yang terdapat dalam cangkang pit yang dioptimalkan. Penggunaan estimasi cadangan yang diinferensikan memperkenalkan tingkat ketidakpastian geologis yang relatif tinggi baik dalam perencanaan tambang maupun valuasi ekonomi. Variasi dalam kontinuitas lapisan, ketebalan, distribusi kualitas, dan interpretasi struktur dapat secara signifikan memengaruhi tonase yang dapat ditambang sebenarnya dan ekonomi proyek. Oleh karena itu, desain pit dan indikator ekonomi yang disajikan dalam studi ini harus dianggap sebagai perkiraan perencanaan awal dan bukan parameter investasi yang pasti.

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Volume : 06 | Nomor 02 | Juli 2026 | E-ISSN : 2797-7161 | DOI: doi.org/jebma.v6n2.8688

Parameter Ekonomi

Analisis keekonomian pit dilakukan menggunakan beberapa asumsi dan parameter ekonomi yang disesuaikan dengan kondisi pasar serta biaya operasional penambangan batubara saat ini, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Ekonomi – Skenario Dasar

Parameter	Nilai	Satuan
Harga jual batubara (skenario dasar)	95	USD/ton FOB
Nilai tukar USD/IDR	17.500	IDR/USD
Biaya penambangan[1]	25,42	USD/ton batubara
Biaya pengolahan & penanganan batubara[2]	0	USD/ton batubara[1]
Biaya pengangkutan	4,5	USD/ton batubara
Royalti (Operasi Produksi IUP)	13,5	persentase dari harga jual
Pajak penghasilan perusahaan	22	%
Tingkat diskon	10	% per tahun
Produksi tahunan rata-rata	477.813	ton/tahun
Umur tambang[3]	5	tahun

[1] Biaya penambangan meliputi biaya pengupasan tanah penutup, penggalian dan pemuatan batubara, pengangkutan, pemeliharaan alat, bahan bakar, tenaga kerja, dewatering, pemeliharaan jalan tambang, biaya sosial dan lingkungan, serta biaya pendukung operasional dan administrasi tambang.
[2] Biaya pengolahan dan penanganan batubara diasumsikan nol karena batubara yang ditambang diasumsikan memenuhi spesifikasi kualitas yang dikontrak tanpa pengolahan tambahan.
[3] Umur tambang disesuaikan dengan estimasi cadangan batubara dan jadwal produksi.

Berdasarkan parameter ekonomi, rasio titik impas strip (Tabel 4) diperkirakan sebagai berikut:

$$\mathbf{BESR = (R - Cm) / Co \quad (2)}$$

Tabel 4. Perhitungan Rasio Strip Titik Impas (BESR)

Barang	Nilai (USD/ton)
Harga jual batubara (R)	95
Royalti (13,5% dari harga jual)	12,83
Biaya penambangan (Cm)	25,42
Biaya pengangkutan	4,50
Margin bersih yang tersedia untuk pengangkatan lapisan tanah penutup	52,25

Hasil BESR sekitar 25,42 bcm/ton lebih tinggi daripada rasio pengupasan tambang rata-rata sebesar 22,3 bcm/ton, yang menegaskan bahwa cadangan batubara dalam desain tambang tetap berada dalam batas ekonomi untuk penambangan. Parameter biaya operasional, termasuk biaya penambangan dan pengangkutan, merupakan komponen utama dalam evaluasi ekonomi proyek. Dengan target produksi sekitar 477 ribu ton per tahun selama masa operasi tambang 5 tahun, proyek ini diharapkan dapat menghasilkan arus kas yang cukup untuk mendukung pengembalian investasi awal (Tabel 5).

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Tabel 5. Arus Kas Tahunan PT X

KOMPONEN	Y-0 (USD)	Y-01 (USD)	Y-02 (USD)	Y-03 (USD)	Y-04 (USD)
Pendapatan kotor		44.742.661	44.742.661	44.742.661	44.742.661
Export Market (EM)		44.742.661	44.742.661	44.742.661	44.742.661
Barging to unloading MV		(2.216.505)	(2.216.505)	(2.216.505)	(2.216.505)
Revenue Less Barging (FOB Barge)		42.526.157	42.526.157	42.526.157	42.526.157
Royalti		(6.581.889)	(6.581.889)	(6.581.889)	(6.581.889)
Biaya operasional		(32.024.321)	(32.024.321)	(32.024.321)	(32.024.321)
Pendapatan bersih (ebitda)		**3.919.947**	**3.919.947**	**3.919.947**	**3.919.947**
Penyusutan		(1.891.120)	(1.891.120)	(1.891.120)	(1.891.120)
Laba bersih sebelum pajak (ebit)		**2.028.827**	**2.028.827**	**2.028.827**	**2.028.827**
Pajak perusahaan = 22%		(446.342)	(446.342)	(446.342)	(446.342)
Pendapatan bersih setelah pajak (eat)		**1.582.485**	**1.582.485**	**1.582.485**	**1.582.485**
Penambahan penyusutan		1.891.120	1.891.120	1.891.120	1.891.120
Belanja modal (capex)	(8.596.000)				
Arus kas yang tidak didiskon	**(8.596.000)**	**3.473.605**	**3.473.605**	**3.473.605**	**3.473.605**
Cumm. Undiscounted cash flow	(8.596.000)	(5.122.395)	(1.648.790)	1.824.815	5.298.419
*Discount factor**	1.0	0.90909	0,82645	0.75131	0.68301
Discounted cash flow	(8.596.000)	3.157.823	2.870.748	2.609.771	2.372.519
Cumm. Discounted cash flow	(8.596.000)	(5.438.177)	(2.567.429)	42.342	2.414.861

* Faktor diskon diterapkan mulai Tahun 1 dan seterusnya. Tahun 0 mewakili periode pra-produksi di mana pengeluaran modal (CAPEX) dikeluarkan tanpa diskon, karena sudah dinyatakan dalam nilai sekarang.

Hasil Evaluasi Ekonomi

Pada penelitian ini, evaluasi ekonomi dilakukan terhadap rancangan pit pada batas ekonomis *(economic pit limit*). Perhitungan dilakukan berdasarkan asumsi harga batubara sebesar USD 95/ton FOB. Hasil evaluasi ekonomi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Evaluasi Ekonomi *(Base Case*)

Indikator Kelayakan	Nilai	Satuan
Nilai Sekarang Bersih (NPV)	4,57	Juta USD
Tingkat Pengembalian Internal (IRR)	29,2	%
Periode Pengembalian Modal	3	Tahun
Rasio Manfaat-Biaya (BCR)	1,10	-
Total Pendapatan (Pendapatan Kotor) NPV	223,71	Juta USD
Total Biaya Operasional NPV	204,11	Juta USD

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Indikator Kelayakan	Nilai	Satuan
Laba Bersih Kumulatif	17,37	Juta USD

Analisis Sensitivitas

Hasil analisis sensitivitas NPV terhadap tiga variabel utama yaitu harga jual batubara (*Price Change*), biaya operasional (*Opex Change*), dan tingkat diskonto (*Discount Rate Change*) disajikan pada Tabel 7. Analisis dilakukan dengan metode one-at-a-time (OAT) dengan rentang perubahan ±5%, ±10%, ±15%, ±20%, dan ±25% dari nilai base case (NPV = USD 4.571.695).

Tabel 7. Hasil Analisis Sensitivitas NPV terhadap Perubahan Variabel Utama

Perubahan Harga	NPV (Juta USD)	Perubahan Biaya Operasional	NPV (Juta USD)	Perubahan Tingkat Diskonto	NPV (Juta USD)
Basis	4,57	Basis	4,57	Basis	4,57
+25%	37,65	+25%	4,12	+25%	3,77
+20%	31,03	+20%	4,21	+20%	3,93
+15%	24,42	+15%	4,30	+15%	4,08
+10%	17,80	+10%	4,39	+10%	4,24
+5%	11,19	+5%	4,48	+5%	4,41
-5%	-2,22	-5%	4,66	-5%	4,74
-10%	-10,70	-10%	4,75	-10%	4,92
-15%	-19,18	-15%	4,84	-15%	5,09
-20%	-27,66	-20%	4,93	-20%	5,27
-25%	-36,14	-25%	5,02	-25%	5,46
Basis	4,57	Basis	4,57	Basis	4,57

Skenario Analisis Risiko

Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif, dilakukan juga analisis tiga skenario kombinasi variabel: skenario optimis, *base case*, dan pesimis, sebagaimana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Skenario

Parameter	Skenario Optimis	*Base Case*	Skenario Pesimis
Harga Batubara (USD/Ton)	98	95	91
Biaya Produksi (IDR/Ton)	*Base*	*Base*	*Base*
Strip Ratio (bcm/ton)	22,31	22,31	22,31
NPV (USD)	9.044.493	4.571.695	98.898
IRR (%)	46	29,2	10,4
Payback Period (Tahun)	2	3	5
Keputusan Investasi	Sangat Layak	Layak	Marginal

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Volume : 06 | Nomor 02 | Juli 2026 | E-ISSN : 2797-7161 | DOI: doi.org/jebma.v6n2.8688

Pembahasan

Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi pada skenario *base case*, proyek penambangan batubara menunjukkan tingkat kelayakan yang cukup baik untuk dikembangkan. NPV sebesar USD 4.571.695 mengkonfirmasi bahwa proyek memberikan keuntungan bersih positif setelah memperhitungkan nilai waktu uang pada tingkat diskonto 10%. IRR sebesar 29,2% jauh melampaui tingkat diskonto 10% yang merupakan biaya modal perusahaan, yang berarti proyek ini memberikan *return* yang signifikan di atas *hurdle rate*. *Payback period* 3 tahun dari total umur tambang 5 tahun menunjukkan bahwa modal investasi akan kembali dalam waktu yang relatif singkat, memberikan fleksibilitas finansial yang baik bagi perusahaan.

Temuan ini konsisten dengan Widayatno, Sulthoni, & Hariyadi (2021) yang menemukan bahwa proyek tambang batubara dengan *strip ratio* di bawah BESR umumnya menghasilkan NPV positif pada skenario harga referensi. Dalam penelitian mereka, rata-rata *payback period* yang ditemukan berkisar 2-4 tahun untuk proyek-proyek dengan karakteristik serupa, sejalan dengan hasil penelitian ini.

Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa parameter yang paling berpengaruh terhadap nilai NPV adalah perubahan harga batubara. Kenaikan harga sebesar 25% meningkatkan NPV secara signifikan dari USD 4,57 juta menjadi USD 37,65 juta. Sebaliknya, penurunan harga sebesar 5% saja sudah menyebabkan NPV menjadi negatif sebesar USD -2,22 juta. Sementara itu, perubahan biaya operasional dan discount rate memberikan pengaruh yang relatif lebih kecil terhadap NPV.

Temuan ini sejalan dengan Winarno & Kusuma (2022) yang juga menemukan dominasi sensitivitas harga dalam proyek tambang batubara di Kalimantan. Tingginya sensitivitas terhadap harga batubara menunjukkan bahwa keberlanjutan proyek sangat dipengaruhi oleh kondisi pasar global. Oleh karena itu diperlukan strategi mitigasi risiko yang komprehensif, termasuk instrumen lindung nilai (hedging) dan diversifikasi pasar, untuk menjaga stabilitas arus kas proyek.

Pada skenario pesimis dengan harga batubara USD 91/ton, proyek masih menghasilkan NPV positif sebesar USD 98.898 dan IRR sebesar 10,4%, menunjukkan margin keamanan (*safety margin*) yang cukup baik. Hal ini mengindikasikan bahwa proyek masih memiliki ketahanan ekonomi yang memadai meskipun menghadapi kondisi pasar yang kurang menguntungkan.

Kesimpulan

(1) Total estimasi cadangan batubara yang dapat ditambang sebesar 2,4 juta ton dengan rata-rata *strip ratio* 22,3 bcm/ton masih berada di bawah BESR 25,6 bcm/ton. (2) Evaluasi ekonomi menggunakan metode DCF pada skenario *base case* menghasilkan NPV USD 4.571.695, IRR 29,2%, BCR 1,10, dan *payback period* 3 tahun (3) Analisis sensitivitas membuktikan bahwa harga jual batubara adalah variabel paling kritis, di mana penurunan harga 5% sudah menyebabkan NPV negatif, sementara perubahan biaya operasional dan discount rate memberikan dampak yang lebih moderat. Pada skenario pesimis (harga USD 91/ton), proyek masih menghasilkan NPV positif USD 98.898 dan IRR 10,4%, mengindikasikan margin keamanan yang cukup. Secara keseluruhan, proyek penambangan batubara pada area penelitian dinilai layak untuk dikembangkan, namun memerlukan pengelolaan risiko yang baik terhadap fluktuasi harga batubara guna menjaga keberlanjutan ekonomi proyek.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT X atas izin serta akses data yang telah diberikan dalam mendukung penyusunan penelitian ini.

Referensi

Alrashdi, M., & Saydam, S. (2020). Economic evaluation and risk assessment in mining project development. *Mining Technology, 129*(3), 145–156.

Bank Dunia. (2024). *Commodity markets outlook 2024*. Washington, DC: World Bank.

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

International Energy Agency. (2023). *Coal 2023: Analysis and forecast to 2026*. Paris, France: International Energy Agency.

Jiskani, I. M., Cai, Q., Zhou, K., & Lu, X. (2022). Sensitivity analysis and uncertainty assessment in mining investment projects. *Resources Policy, 76*, 102602. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102602

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2024). *Handbook of energy and economic statistics of Indonesia 2024*. Jakarta, Indonesia: Kementerian ESDM.

Khamooshi, H., & Cioffi, D. F. (2018). Uncertainty in project management: A review of sensitivity analysis methods. *International Journal of Project Management, 36*(5), 653–667. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.02.002

Mariz, J. L. V., Rocha, S., & Souza, J. C. (2021). Economic feasibility study of a quarry mine under contractual risk in probabilistic approach. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração, 18*(4). https://doi.org/10.4322/2176-1523.20212309

Nieto, A., & Muncher, B. (2021). An applied economic assessment and value maximisation of a mining operation based on an iterative cut-off grade optimisation algorithm. *International Journal of Mining and Mineral Engineering, 12*(4), 309–326. https://doi.org/10.1504/IJMME.2021.121330

Shashkova, E. (2021). Sensitivity analysis as a decision-making tool for the implementation of an investment project in mining industry. *Izvestiya of Saratov University Economics, Management and Law, 21*(3), 295–303.

Sidiq, H., & Mukarrom, F. (2021). Financial risk analysis on coal reserve estimation. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial and Technology and Information Design (ICITID 2021)*. https://doi.org/10.4108/eai.30-8-2021.2311528

Subroto, A., & Faturohman, D. (2024). Evaluasi ekonomi alternatif pengembangan pit batubara menggunakan metode discounted cash flow pada Pit J. *Jurnal Geomine, 12*(1), 45–54.

Torries, T. F. (2021). *Evaluating mineral projects: Applications and misconceptions*. Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.

Utami, H. C., Cahyadi, T. A., & Ernawati, R. (2024). Sensitivity analysis of coal mine project investment using fuzzy model. *Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan, 8*(1), 38–49. https://doi.org/10.31315/jmel.v8i1.12396

Widayatno, T., Sulthoni, A., & Hariyadi, B. (2021). Analisis kelayakan ekonomi tambang batubara peringkat rendah menggunakan metode discounted cash flow di Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, 17*(2), 95–106.

Winarno, H., & Kusuma, R. (2022). Analisis sensitivitas optimasi desain pit terhadap perubahan harga batubara dan biaya operasional pada tambang terbuka di Kalimantan Selatan. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 23*(4), 221–232.

This is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License