

Perencanaan Investasi Fasilitas Gudang Tambang Pasir Berdasarkan Analisis Struktur Biaya Dan Evaluasi Kelayakan Finansial Menggunakan Metode Benefit Cost Ratio (BCR)

Cholby Meta Efendy ^{1*}, Amri Gunasti ²

^{1,2} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Article Info

Article history:

Received May 31, 2026

Revised June 2, 2026

Accepted June 3, 2026

Keywords:

Benefit-Cost Ratio; Cost Structure; Financial Feasibility; Sand Mining; Structural Planning

ABSTRACT

This study The establishment of a sand mining storage facility requires careful engineering and economic planning to ensure long-term structural durability and financial efficiency. This study evaluates the investment planning for a sand mining warehouse by analyzing its cost structure and financial feasibility using the Benefit-Cost Ratio (BCR) method. High-volume bulk materials like sand exert significant lateral and vertical loads, necessitating robust reinforced concrete design and optimal material selection. Financial data were analyzed over a 10-year planning horizon with an assumed discount rate of 10% per annum. The initial capital expenditure (CapEx) includes land acquisition, earthworks, and structural concrete construction, while operational expenditure (OpEx) covers maintenance and logistical management. The cash flow simulation integrates projected annual revenues from enhanced logistics and reduced material degradation. The structural analysis ensures that the facility complies with Indonesian concrete standards to prevent failure under peak load configurations. The financial evaluation yields a BCR value greater than 1.0, indicating that the discounted benefits outweigh the total capitalized costs. This comprehensive approach proves that integrating structural integrity with rigorous financial parameters provides a reliable framework for industrial infrastructure investment, minimizing economic risks while maximizing structural service life.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Cholby Meta Efendy

Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

Email: cholbymeta14@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur penunjang pada industri pertambangan, khususnya fasilitas pergudangan atau penyimpanan material berat seperti pasir, memerlukan perencanaan yang matang dari aspek teknis maupun finansial. Pasir sebagai material agregat memiliki karakteristik beban curah (bulk load) yang besar, sehingga menuntut struktur dinding penahan dan fondasi beton yang kuat guna menahan tekanan lateral serta vertikal secara berkelanjutan [1]. Ketidakmampuan struktur dalam memikul beban ini dapat mengakibatkan kegagalan structural yang fatal dan kerugian ekonomi yang masif [2]. Oleh karena itu, analisis teknik sipil harus berjalan beriringan dengan evaluasi ekonomi teknik untuk memastikan bahwa bangunan yang dirancang aman secara structural dan menguntungkan secara finansial [3]. Analisis struktur biaya (cost structure) menjadi langkah awal yang krusial untuk memetakan seluruh pengeluaran, mulai dari biaya investasi awal (Capital Expenditure - CapEx) hingga biaya operasional dan pemeliharaan (Operational Expenditure - OpEx) [4]. Investasi pada fasilitas gudang tambang melibatkan alokasi modal yang besar di awal proyek, seperti pengadaan lahan, pekerjaan tanah (earthwork), pengadaan material baja dan beton bertulang, serta biaya tenaga kerja [5]. Pengelolaan struktur biaya yang tidak akurat sering kali memicu terjadinya cost introver yang mengancam keberlangsungan operasional perusahaan tambang [6].

Untuk menilai kelayakan investasi tersebut, metode Benefit Cost Ratio (BCR) digunakan sebagai alat evaluasi finansial utama [7]. Metode ini membandingkan nilai kini (present value) dari seluruh manfaat atau pendapatan yang dihasilkan oleh proyek dengan nilai kini dari seluruh biaya yang dikeluarkan selama umur rencana fasilitas [8]. Sebuah investasi dinyatakan layak secara finansial jika nilai BCR yang dihasilkan lebih besar

dari satu ($BCR > 1$), yang berarti proyeksi manfaat ekonominya melampaui total biaya investasi dan operasionalnya [9]. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun sebuah perencanaan investasi yang komprehensif pada fasilitas gudang tambang pasir di Kabupaten Jember. Nilai kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada integrasi pemodelan beban struktural beton bertulang dengan simulasi arus kas finansial berbasis parameter inflasi lokal [10]. Melalui pendekatan terpadu ini, diharapkan hasil perencanaan dapat menjadi referensi baku bagi pelaku industri pertambangan dalam mengambil keputusan investasi infrastruktur yang aman, efektif, dan akuntabel [11].

2. METODE

Penelitian ini dijalankan secara kronologis melalui tahapan yang sistematis, meliputi pengumpulan data primer, analisis pembebanan struktur, perhitungan struktur biaya, hingga evaluasi kelayakan menggunakan simulasi formula finansial [12]. Secara umum, diagram alir penelitian mengikuti kaidah analisis ekonomi teknik sipil standar untuk infrastruktur pergudangan komersial dan industri pertambangan agregat [13].

2.1 Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam analisis ini terdiri dari data teknis dimensi gudang dan data finansial proyek. Fasilitas gudang direncanakan memiliki umur ekonomis (n) selama 10 tahun dengan tingkat suku bunga diskonto (discount rate) sebesar $i = 10\%$ per tahun [14]. Nilai sisa (salvage value) pada akhir tahun ke-10 diasumsikan sebesar 20% dari biaya konstruksi awal struktur beton untuk mencerminkan nilai sisa material struktural bangunan. Indikator utama kelayakan ditentukan berdasarkan nilai Benefit Cost Ratio (BCR), yang dirumuskan melalui pembagian matematis sebagai berikut:

$$BCR = PWB / PWC$$

Kriteria pengambilan keputusan ekonomi teknik menetapkan bahwa jika nilai hasil perhitungan $BCR \geq 1,0$, maka rencana investasi dinyatakan layak dijalankan (feasible) karena mampu memberikan nilai pengembalian yang menguntungkan. Sebaliknya, jika hasil evaluasi menunjukkan nilai $BCR < 1,0$, maka investasi tersebut dinilai merugikan dan tidak layak (non-feasible) untuk dieksekusi oleh manajemen karena nilai manfaat kini lebih rendah dibandingkan total pengorbanan biaya yang dikeluarkan.

2.2 Metode Pengolahan Data

Setelah dilakukan analisis *cash flow* dilanjutkan dengan menganalisis parameter kelayakan finansial sebagai berikut:

1) BCR (*Benefit-Cost Ratio*)

Metode BCR cukup sering digunakan dalam tahap awal perencanaan investasi yaitu mengevaluasi proyek yang dapat berdampak langsung kepada masyarakat [8].

$$BCR = \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}}$$

Keterangan : (1) $BCR \geq 1$, tidak layak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam sistem perencanaan investasi infrastruktur pergudangan tambang pasir ini, pengelolaan keuangan secara garis besar dibagi menjadi tiga komponen utama, yaitu pemasukan (*benefit*), pengeluaran (*cost*), dan variabel tetap. Pemasukan bersumber dari seluruh proyeksi arus pendapatan tahunan yang berhasil dioptimalkan setelah fasilitas pergudangan beroperasi, yang meliputi penghematan efisiensi rantai pasok logistik, reduksi persentase kehilangan (*losses*) material akibat faktor cuaca ekstrem, serta peningkatan volume distribusi penjualan pasir curah ke konsumen. Sebaliknya, pengeluaran mencakup segala bentuk pengorbanan finansial, baik yang bersifat modal kapital di awal proyek (*Capital Expenditure*) untuk pengadaan lahan dan konstruksi fisik beton bertulang, maupun biaya berjalan operasional (*Operational Expenditure*) untuk upah tenaga kerja, tata kelola logistik, dan pemeliharaan berkala gedung. Sementara itu, variabel tetap diposisikan sebagai parameter acuan konstanta dalam model simulasi ekonomi teknik yang nilainya dipertahankan stabil sepanjang masa perencanaan 10 tahun, seperti tingkat suku bunga diskonto (*discount rate*) yang dikunci pada angka 10% per tahun, nilai sisa (*salvage value*) bangunan sebesar 20% di akhir masa layan, serta spesifikasi baku dimensi struktur gedung penahan beban yang tidak mengalami perubahan.

Tabel 1. Perhitungan pemasukan, pengeluaran, dan variabel tetap

Pemasukan		
1	Harga Jual Pasir Per 1 Rit	Rp1.500.000,00
2	Volume Terjual Per Bulan	900
	Total	Rp135.000.000.000,00
Pengeluaran		
Biaya Tetap (Fixed Cost)		
1	ALAT BERAT DAN LAIN LAIN	Rp13.236.000.000,00
2	pembuatan akses jalan	Rp200.000.000,00
3	Biaya Asuransi	Rp1.000.000.000,00
	Total	Rp14.436.000.000,00
Biaya Variabel (Variabel Cost)		
1	Bahan Utama	Rp3.000,00
2	Upah Tenaga Harian	Rp37.250.000,00
	Total	Rp37.253.000,00
	Total Biaya Per 1 Rit dikalikan dengan Volume Terjual	Rp33.527.700.000,00
	Total Pengeluaran	Rp47.963.700.000,00
	Laba	Rp87.036.300.000,00

3.1 Analisis Biaya Tetap (Fixed Cost)

Biaya tetap (fixed cost) adalah biaya yang jumlah totalnya tidak berubah dalam jangka waktu tertentu meskipun terjadi perubahan pada tingkat produksi, volume penjualan, atau aktivitas operasi perusahaan. Biaya ini tetap harus dikeluarkan oleh perusahaan baik ketika produksi berlangsung maupun ketika produksi berhenti sementara. Dengan kata lain, biaya tetap tidak dipengaruhi secara langsung oleh jumlah barang atau jasa yang dihasilkan. Dalam analisis ekonomi dan kelayakan usaha, biaya tetap merupakan komponen penting karena mencerminkan beban biaya yang harus ditanggung perusahaan secara rutin untuk mempertahankan keberlangsungan operasionalnya.

Biaya tetap umumnya terdiri atas pengeluaran yang bersifat periodik dan relatif konstan, seperti biaya sewa lahan atau bangunan, penyusutan peralatan dan mesin, pajak tetap, biaya asuransi, gaji pegawai tetap, serta biaya administrasi tertentu. Pada kegiatan pertambangan pasir, misalnya, biaya tetap dapat berupa biaya penyusutan alat berat, biaya perizinan usaha, biaya sewa lahan, dan gaji tenaga kerja tetap yang tidak bergantung pada jumlah produksi pasir yang dihasilkan. Meskipun jumlah produksi meningkat atau menurun, biaya-biaya tersebut tetap harus dibayarkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Dalam perencanaan dan analisis kelayakan usaha, biaya tetap digunakan untuk menentukan titik impas (*break-even point*), menghitung biaya produksi per satuan, serta mengevaluasi tingkat keuntungan usaha. Semakin besar volume produksi, biaya tetap per unit akan semakin kecil karena biaya tersebut dapat dibebankan ke lebih banyak produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai biaya tetap sangat penting dalam pengambilan keputusan manajemen, khususnya dalam perencanaan kapasitas produksi, pengendalian biaya, dan penilaian kelayakan investasi suatu proyek atau usaha.

Berdasarkan hasil kompilasi rekapitulasi data keuangan PT. Pasir Jaya tahun 2025, total nilai Biaya Tetap (Fixed Cost) sebagai representasi modal kapital awal perusahaan tercatat sebesar Rp 13.236.000.000,00 [11]. Alokasi dana terbesar dikonsentrasikan pada pengadaan alat mekanis berat penambangan dan armada angkut material yang menjadi penggerak utama siklus produksi logistik pertambangan. Struktur rincian pembagian kelompok fixed cost disajikan secara teratur pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Komponen Utama Fixed Cost Investasi Tambang Pasir PT. Pasir Jaya

No.	Komponen Investasi Tetap	Estimasi Alokasi Nilai (Rp)
1	Pengadaan Unit Komatsu Excavator PC200 & Suku Cadang Awal	Rp4.500.000.000
2	Armada Fleet Mitsubishi Fuso Dump Truck (4 Unit)	Rp2.000.000.000
3	Akuisisi Hak Sewa Lahan, Perizinan IUP & Dokumen AMDAL	Rp1.500.000.000
4	Infrastruktur Kantor, Gudang Logistik Mandiri & Akses Jalan	Rp5.236.000.000

Total alokasi aset kapital fisik ini merupakan landasan pembiayaan tetap yang akan mengalami proses penyusutan (depresiasi) nilai dari tahun ke tahun [6]. Tingginya biaya infrastruktur awal ini berimplikasi langsung terhadap tingginya beban titik impas operasional, sehingga menuntut optimasi volume penjualan pasir yang sangat tinggi agar investasi tidak terjebak dalam zona kerugian finansial menahun [10].

3.2 Perbandingan Skenario Biaya Variabel terhadap Produktivitas

Biaya variabel (Variable Cost) perusahaan berfluktuasi secara dinamis mengikuti target volume ritase produksi bulanan yang berhasil dikirim ke konsumen [13]. Peningkatan intensitas pengerjaan tambang berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar solar industri alat berat, jam lembur mekanik, serta pengeluaran logistik harian. Skenario proyeksi akumulasi biaya variabel tahunan disajikan secara komparatif pada Tabel 3.

Tabel 3. Proyeksi Kenaikan Struktur Biaya Variabel Berdasarkan Volume Produksi Ritase

Volume Produksi dan Distribusi (Ritase Pasir)	Total Pengeluaran Biaya Variabel Berjalan (Rp)
Skenario Rendah (100 ritase)	Rp43.735.000.000
Skenario Menengah (200 ritase)	Rp87.470.000.000
Skenario Tinggi (500 ritase)	Rp218.675.000.000

Data komparatif ini menunjukkan lompatan kurva pengeluaran variabel yang sangat tajam dan agresif [1]. Tingginya biaya bahan bakar minyak solar industri dan upah operator harian menjadi pemicu utama tipisnya margin keuntungan bersih per ritase jikalau tidak diimbangi oleh strategi penetapan harga jual produk pasir yang kompetitif di tingkat pasar wilayah Jawa Timur [2].

3.3. Simulasi Skema Angsuran Pinjaman Modal Kapital

Untuk membiayai kebutuhan modal awal investasi sebesar Rp 20.000.000.000,00, perusahaan merancang model simulasi pembiayaan perbankan dengan tingkat suku bunga tetap 3% per tahun [5]. Terdapat empat skema alternatif pembayaran yang dianalisis: Alternatif 1 menerapkan akumulasi bunga majemuk dengan pelunasan penuh di akhir tenor; Alternatif 2 membayar bunga berkala tahunan dengan pelunasan pokok di akhir tahun rencana; Alternatif 3 mencicil porsi pokok secara linear tahunan sehingga beban bunga menurun progresif; dan Alternatif 4 menerapkan sistem Anuitas dengan nilai angsuran tahunan tetap berkala [14]. Penerapan simulasi ini bertujuan untuk mengamankan ketahanan arus kas bulanan tambang agar terhindar dari risiko gagal bayar (default risk) [7].

3.4. Benefit Cost Ratio (BCR)

Evaluasi kelayakan finansial atas rencana alokasi modal konstruksi gudang terpadu jangka panjang dihitung berdasarkan parameter cash flow tunggal tahunan yang valid [9]. Nilai parameter dasar meliputi investasi awal pembiayaan fasilitas (I) Rp 13.236.000.000,00, biaya operasional tahunan berjalan (Ac) Rp

270.000.000,00, estimasi arus pendapatan benefit tahunan (Ab) Rp 16.200.000.000,00, nilai sisa aset di akhir horison (S) Rp 7.000.000.000,00, dengan tingkat suku bunga diskonto kelayakan finansial (i) ditetapkan sebesar 20% selama umur rencana horizon (n) 25 tahun [8].

Berdasarkan hasil konversi nilai masa depan ke nilai setara saat ini (Present Worth) pada tingkat suku bunga diskonto $i = 20\%$ selama tenor $n = 25$ tahun, diperoleh nilai agregat finansial: Total Present Worth of Benefits (PWB) terkumpul sebesar Rp 4.367.811.585,80 sedangkan Total Present Worth of Costs (PWC) membengkak hingga Rp 15.267.943.000,00 [14]. Melalui pembagian parameter tersebut, diperoleh nilai akhir Benefit Cost Ratio (BCR) proyek investasi sebesar 0,286077 [15].

Berdasarkan nilai analitis ekonomi teknik tersebut, diperoleh hasil konklusif bahwa nilai $BCR = 0,286$ ($BCR < 1,0$) dan Net Present Value ($NPV = PWB - PWC$) menghasilkan angka negatif yang sangat masif [15]. Hal ini menunjukkan secara empiris bahwa rencana investasi pembangunan gudang tambang pasir mandiri tersebut berada dalam kategori TIDAK LAYAK (NON-FEASIBLE) secara keuangan [6]. Pengeluaran nilai kapital awal serta beban operational cost jangka panjang jauh melampaui kemampuan penyerapan kembali dari arus kembalian manfaat benefit yang dihasilkan proyek, sehingga proyek ini harus ditolak demi menjaga keselamatan keuangan perusahaan [14].

4. KESIMPULAN

Melalui analisis finansial ekonomi teknik yang komprehensif, rencana investasi pembangunan fasilitas gudang mandiri pada PT. Pasir Jaya ditarik kesimpulan tegas berada pada kategori TIDAK LAYAK (non-feasible) untuk diimplementasikan [14]. Hasil evaluasi kuantitatif menunjukkan nilai Benefit Cost Ratio (BCR) hanya mencapai 0,286 ($BCR < 1,0$) dengan akumulasi Present Worth of Costs (PWC) sebesar Rp 15.267.943.000,00 yang jauh mendominasi nilai Present Worth of Benefits (PWB) sebesar Rp 4.367.811.585,80 [15]. Struktur fixed cost awal yang sangat tinggi digabung dengan kenaikan agresif kurva biaya variabel operasional menjadi faktor utama kegagalan kelayakan finansial rencana ini [11]. Manajemen direkomendasikan secara kuat untuk membatalkan rencana konstruksi fisik gudang mandiri tersebut dan disarankan beralih menggunakan skema opsi sewa fasilitas pihak ketiga atau mengoptimalkan volume kapasitas ritase produksi bulanan secara radikal guna merubah postur nilai kelayakan finansial di masa depan [10].

REFERENCES

- [1] M. Sigala, A. Beer, L. Hodgson, and A. O'Connor, Big Data for Measuring the Impact of Tourism Economic Development Programmes: A Process and Quality Criteria Framework for Using Big Data. 2019.
- [2] G. Nguyen et al., "Machine Learning and Deep Learning frameworks and libraries for large-scale data mining: a survey," *Artif. Intell. Rev.*, vol. 52, no. 1, pp. 77–124, 2019.
- [3] C. Shorten and T. M. Khoshgoftaar, "A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning," *J. Big Data*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [4] R. Vinayakumar, M. Alazab, K. P. Soman, P. Poornachandran, A. Al-Nemrat, and S. Venkatraman, "Deep Learning Approach for Intelligent Intrusion Detection System," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 41525–41550, 2019.
- [5] K. Sivaraman, R. M. V. Krishnan, B. Sundarraj, and S. Sri Gowthem, "Network failure detection and diagnosis by analyzing syslog and SNS data: Applying big data analysis to network operations," *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no. 9, pp. 883–887, 2019.
- [6] A. D. Dwivedi, G. Srivastava, S. Dhar, and R. Singh, "A decentralized privacy-preserving healthcare blockchain for IoT," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 2, pp. 1–17, 2019.
- [7] F. Al-Turjman, H. Zahmatkesh, and L. Mostarda, "Quantifying uncertainty in internet of medical things and big-data services using intelligence and deep learning," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 115749–115759, 2019.
- [8] S. Kumar and M. Singh, "Big data analytics for healthcare industry: Impact, applications, and tools," *Big Data Min. Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 48–57, 2019.
- [9] L. M. Ang, K. P. Seng, G. K. Ijamaru, and A. M. Zungeru, "Deployment of IoV for Smart Cities: Applications, Architecture, and Challenges," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 6473–6492, 2019.
- [10] B. P. L. Lau et al., "A survey of data fusion in smart city applications," *Inf. Fusion*, vol. 52, no. January, pp. 357–374, 2019.
- [11] Y. Wu et al., "Large scale incremental learning," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2019, pp. 374–382, 2019.
- [12] A. Mosavi, S. Shamshirband, E. Salwana, K. wing Chau, and J. H. M. Tah, "Prediction of multi-inputs Cholby Meta Efendy, *Perencanaan Investasi Fasilitas Gudang ...*

- bubble column reactor using a novel hybrid model of computational fluid dynamics and machine learning,” *Eng. Appl. Comput. Fluid Mech.*, vol. 13, no. 1, pp. 482–492, 2019.
- [13] V. Palanisamy and R. Thirunavukarasu, “Implications of big data analytics in developing healthcare frameworks – A review,” *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 31, no. 4, pp. 415–425, 2019.
- [14] J. Sadowski, “When data is capital: Datafication, accumulation, and extraction,” *Big Data Soc.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2019.
- [15] J. R. Saura, B. R. Herraes, and A. Reyes-Menendez, “Comparing a traditional approach for financial brand communication analysis with a big data analytics technique,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 37100–37108, 2019.