

Artikel Penelitian

Analisis Rekonsiliasi Model Geologi Batubara Terhadap Data Aktual Penambangan untuk Optimasi Cadangan: Studi Kasus Pit 2 Blok 17 PT. Senamas Energindo Mineral

Coal Geological Model Reconciliation Analysis to Actual Mining Data for Reserve Optimization: Case Study of Pit 2 Block 17 PT. Senamas Energindo Mineral

Andriano Dwichandra¹, Hasan Husin¹

¹ Rimau Group Site Jaweten, Kabupaten Barito Timur, Kalimantan Tengah, Indonesia

*Penulis korespondensi

e-mail : andrierimau@gmail.com

ABSTRAK

Ketepatan model geologi sangat menentukan akurasi estimasi cadangan dan keberhasilan perencanaan tambang batubara. Penelitian ini bertujuan untuk merekonsiliasi model geologi batubara eksisting dengan data aktual penambangan di Pit 2 Blok 17 PT. Senamas Energindo Mineral, guna mengoptimalkan cadangan. Metode yang digunakan meliputi analisis data pemboran *infill* (14 lubang), validasi dan verifikasi data *logging* oleh seorang *Competent Person*, pemodelan ulang *seam* batubara, serta perhitungan cadangan berbasis model terbaru. Hasil menunjukkan adanya *redefinisi seam* S07 menjadi tiga *sub-seam* (S07M1, S07M2, dan S07L), serta penipisan *seam* utama (S06–S09) ke arah *downdip*. Estimasi cadangan menurun dari 4,1 juta ton (*Stripping Ratio* 6,1) menjadi 3,1 juta ton (*Stripping Ratio* 7,2), sebagian karena area yang telah ditambang. Dari segi teknis dengan adanya perubahan nilai *stripping ratio* tentunya akan merubah desain *pit* secara bertahap yang sudah direncanakan sebelumnya. Dari segi ekonomis naiknya nilai *stripping ratio* mengakibatkan naiknya biaya produksi yang sangat mempengaruhi terhadap nilai kelayakan investasi tambang, harga jual yang rendah juga sangat mempengaruhi operasional penambangan. Rekonsiliasi ini membuktikan sangat pentingnya pembaruan model secara berkala berdasarkan data lapangan, terutama untuk mendukung pengambilan keputusan tambang secara lebih akurat dan efisien.

Kata kunci: *rekonsiliasi model, geologi batubara, data aktual, estimasi Cadangan*

ABSTRACT

The accuracy of the geological model greatly determines the accuracy of reserve estimation and the success of coal mine planning. This study aims to reconcile the existing coal geological model with actual mining data in Pit 2 Block 17 PT. Senamas Energindo Mineral, in order to optimize reserves. The methods used include analysis of infill drilling data (14 holes), validation and verification of logging data by a Competent Person, remodeling of coal seams, and calculation of reserves based on the latest model. The results show a redefinition of seam S07 into three sub-seams (S07M1, S07M2, and S07L), as well as thinning of the main seam (S06–S09) towards downdip. Reserve estimates decreased from 4.1 million tons (Stripping Ratio 6.1) to 3.1 million tons (Stripping Ratio 7.2), partly due to the area that has been mined. From a technical perspective, with the change in the stripping ratio value, it will certainly change the pit design gradually that has been planned previously. From an economic perspective, the increase in the stripping ratio value results in an increase in production costs which greatly affect the value of the feasibility of mining investment, low selling prices also greatly affect mining operations. This reconciliation proves the importance of periodic model updates based on field data, especially to support more accurate and efficient mining decision making.

Keywords: model reconciliation, coal geology, actual data, Reserve estimation

Naskah masuk	: 4 Juni 2025
Revisi pertama	: 17 Juni 2025
Naskah diterima	: 25 Juni 2025
Naskah dipublikasi online	: 26 Juni 2025

I. PENDAHULUAN

Model geologi batubara berperan penting dalam mendukung akurasi estimasi cadangan dan efisiensi perencanaan tambang. Namun, dalam praktiknya sering ditemukan perbedaan antara model geologi yang telah dibangun dengan data aktual hasil kegiatan penambangan, baik dari segi ketebalan *seam*, posisi *roof* dan *floor*, maupun keterdapatan lapisan batubara. Permasalahan ini juga terjadi di Pit 2 Blok 17 PT. Senamas Energindo Mineral, di mana hasil aktual lapangan menunjukkan ketidaksesuaian dengan model eksisting, sehingga berpotensi menurunkan keandalan data cadangan dan efektivitas penambangan.

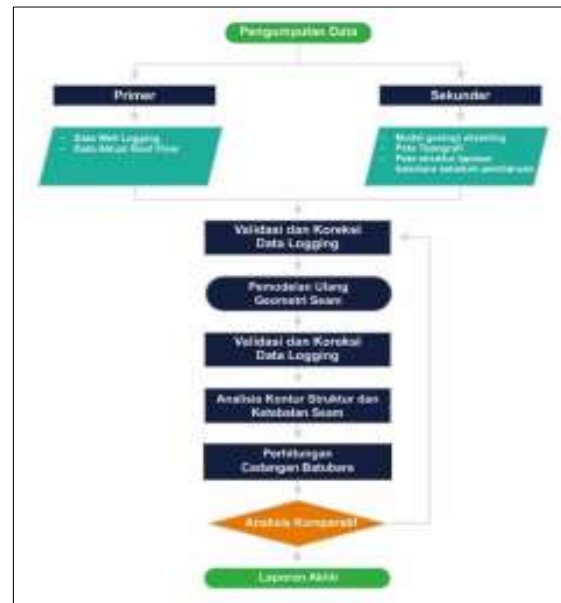
Penelitian ini bertujuan untuk merekonsiliasi model geologi batubara dengan data aktual hasil penambangan melalui pembaruan model berbasis data pemboran *infill* dan *logging* terbaru. Sasaran utamanya adalah memperoleh model geologi yang lebih representatif terhadap kondisi lapangan aktual dan mendukung optimasi estimasi cadangan.

Metode yang digunakan mencakup analisis korelatif antara data pemboran aktual dan model sebelumnya, pembaruan kontur struktur, redefinisi *seam*, serta perhitungan ulang cadangan batubara. Lokasi penelitian terletak di Pit 2 Blok 17, area konsesi PT. Senamas Energindo Mineral, Kabupaten Barito Timur, Kalimantan Tengah, yang dapat diakses melalui jalur darat dan *internal haul road* perusahaan.

Subjek penelitian meliputi data geologi bawah permukaan, khususnya *seam* batubara S06 hingga S09, data pemboran *infill*, hasil *logging* geofisika, serta interpretasi model geologi eksisting yang dibandingkan dengan data terbaru.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan metode deskriptif-kuantitatif untuk merekonsiliasi model geologi batubara berdasarkan data aktual penambangan di Pit 2 Blok 17 PT. Senamas Energindo Mineral. Metode ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi model geologi sebagai dasar perencanaan tambang yang lebih efisien dan minim deviasi. Adapun tahapan metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Data Logging dan Data Aktual Lapangan

Hasil pembandingan antara model geologi eksisting dengan data aktual menunjukkan bahwa terdapat deviasi nyata pada posisi *roof* dan *floor*, ketebalan, dan keterdapatan *seam* batubara. Deviasi rata-rata posisi *roof* dan *floor* mencapai $\pm 0,6$ meter, sedangkan perbedaan ketebalan *seam* berkisar antara 0,4 hingga 1,2 meter. Deviasi ini terjadi akibat keterbatasan data saat model lama dibangun, serta belum diakomodasinya hasil pengamatan aktual di lapangan seperti pemboran *infill* dan kegiatan *exposing* batubara selama penambangan. Tabel berikut menunjukkan perbandingan ketebalan *seam* antara model lama dan model rekonsiliasi:

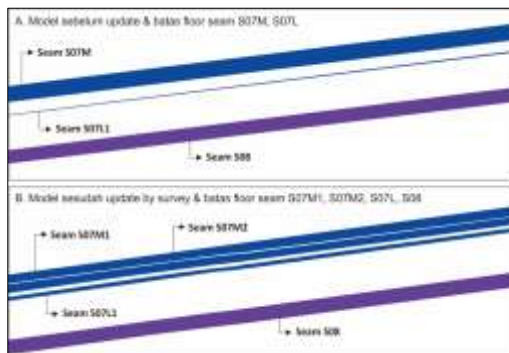
Tabel 1. Validasi Perbandingan Ketebalan *Seam*

Seam	Ketebalan (m) (Model Lama)	Ketebalan (m) (Model Baru)	Selisih Ketebalan (m)	Persentase Perubahan (%)
S06	0.3	1.3	1	77
S07M1	1.3	0.9	-0.4	-44.4
S07M	.4	1.2	-0.2	-16.7
S07L	0.3	0.4	0.1	25
S08	1.3	1.2	-0.1	-8.3

Berdasarkan tabel tersebut, terlihat adanya penurunan ketebalan rata-rata *seam*, khususnya pada *seam* S07 yang mengalami pergeseran dan redefinisi menjadi *sub-seam*. Hal ini mengarah pada penyesuaian volume cadangan yang lebih realistis, mengurangi potensi *over-estimation* pada model sebelumnya.

b. Efektivitas Koreksi Litologi dan Redefinisi Seam

Koreksi litologi dan redefinisi *seam* terbukti memberikan dampak signifikan terhadap ketepatan interpretasi geologi bawah permukaan. Sebelum dilakukan koreksi, beberapa lapisan karbonan teridentifikasi sebagai batubara, sehingga menyebabkan *over* estimasi cadangan. Setelah proses validasi data pemboran *infill* dan reinterpretasi hasil *well logging*, *seam* seperti S07 diredefinisi menjadi tiga *sub-seam* : S07M1, S07M2, dan S07L. Hasil ini meningkatkan resolusi model dan ketepatan estimasi cadangan. Perbandingan model sebelum dan sesudah koreksi dapat dilihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Validasi dan verifikasi perbandingan model

c. Dampak terhadap Estimasi Cadangan dan SR

Rekonsiliasi model geologi menyebabkan perubahan estimasi cadangan batubara secara keseluruhan. Penurunan total volume sebesar $\pm 3,9\%$ menunjukkan bahwa model awal berpotensi melebihi estimasi. Biaya produksi cenderung meningkat seiring dengan kedalaman dan penurunan kualitas. Dengan demikian, biaya operasi rendah ditambang terlebih dahulu, diikuti oleh endapan yang lebih sulit ditambang. (Hartman, H.L., & Mutmansky, J.M. (2002)).

Tabel 2. Estimasi Volume Cadangan Batubara.

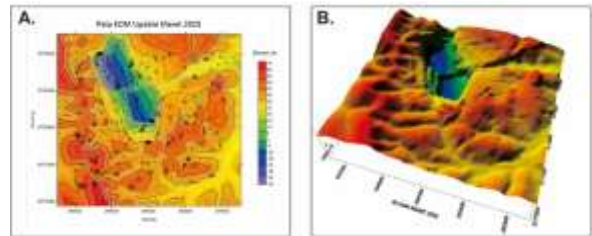
Seam	Volume lama (ton)	Volume Baru (ton)	Selisih	Persentase (%)
S06	200.000	190.000	-10	-5
S07M1	300.000	280.000	-20	-6.7
S07M	250.000	240.000	-10	-4
S07L	350.000	330.000	-20	-5.7
S08	180.000	190.000	-10	5.6
Total	1.280.000	1.230.000	-50	-3.9

d. Hasil Pemodelan Ulang Geologi

Pemodelan ulang geologi di Pit 2 Blok 17 dilakukan menggunakan software Minescape 5.7, memanfaatkan data topografi terkini, database pemboran, dan hasil *logging* geofisika untuk meningkatkan akurasi interpretasi *seam* batubara. Data eksplorasi batubara sebagian besar diperoleh dari lubang bor eksplorasi, dalam bentuk potongan dan inti yang dilengkapi dengan *logging* geofisika bawah tanah. (CoalLog (2012). *Australian Guidelines for the Estimation and Classification of Coal Resources*).

a. Topografi

Topografi menggunakan data *updated End of Month (EOM) Survey* Maret 2025, yang mencerminkan kondisi aktual tambang saat ini. Data ini direpresentasikan dalam bentuk peta kontur 2D dan model permukaan 3D, yang digunakan sebagai dasar batas atas model geologi.



Gambar 2. Peta EOM Update maret 2025

b. Database dan Logging

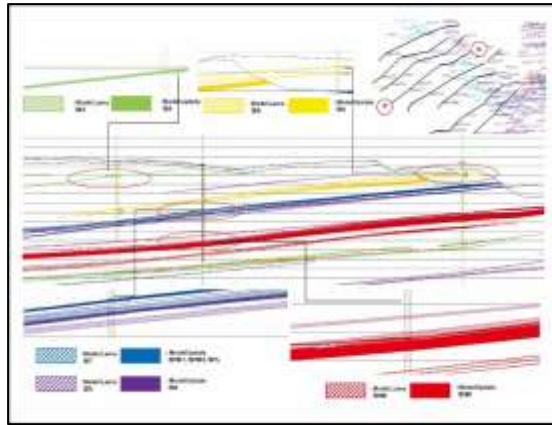
Data bor yang digunakan terdiri atas data *collar*, *geology*, dan *survey*, dimasukkan ke *Minescape 5.7* dalam *format.prn*. Korelasi antar titik bor dilakukan berdasarkan hasil *logging gamma ray* dan *density*, untuk mengidentifikasi *seam-seam* utama seperti *seam* S06, S07, S08, dan S09 serta ketebalan *parting*.



Gambar 2. Distribusi titik bor dan korelasi *seam*

e. Kontur Struktur dan Distribusi Seam

Analisis terhadap kontur struktur mengungkapkan adanya undulasi atau gundukan lokal pada beberapa *seam*, terutama pada *seam* S06, S07, dan S08. Model awal yang mengasumsikan *seam* sebagai lapisan datar dan berkesinambungan tidak lagi relevan setelah pembaruan model berdasarkan hasil pemboran *infill* dan *update* data *logging* 2023–2024. Hal ini terlihat jelas pada peta kontur struktur *seam* S07 dan S08 yang menunjukkan pola elevasi bervariasi dan ketebalan tidak seragam (Gambar 2). Di bagian *downdip* Blok 17 *Extend*, *seam* mengalami kemiringan tajam dan penipisan. Hal ini menyebabkan keterbatasan dalam perencanaan penambangan karena batubara tidak tersebar merata (Gambar 3). Ketebalan *seam* bervariasi, dengan *seam* seperti S09M menunjukkan ketebalan maksimum hingga 5,64 meter, sementara beberapa *seam* minor seperti *seam* S07L2 dan S09XL memiliki ketebalan kurang dari 0,2 meter dan dikeluarkan dari estimasi cadangan karena dianggap tidak ekonomis.



Gambar 3. Section 2D Ketebalan Seam Batubara

Distribusi ketebalan dan elevasi ini berdampak langsung pada estimasi volume cadangan, serta pada desain geometri *pit* tambang.

Tabel 3. Ringkasan Volume dan Estimasi Cadangan

Seam	Volume (m ³)	Ketebalan Rata-rata (m)	Cadangan (ton)	Keterangan
S06U	4.491.351	0.62	123.863	Penyebaran luas, tipis
S07M1	3.384.161	0.81	130.966	Seam hasil pemisahan S07
S07M	78.442	0.37	38.993	Lokasi Terbatas
S07L	170.792	0.31	41.312	Variabel, dengan parting
S08	900.114	1.19	363.474	Cukup Tebal, Continuity lokal

Ketebalan *seam* yang sangat bervariasi ini menunjukkan bahwa estimasi geometri batubara tidak dapat disamaratakan, dan harus memperhatikan kondisi lokal. Contohnya, meskipun *seam* S09M memiliki ketebalan dominan > 4 meter di banyak lokasi, *seam* seperti S07M2 dan S07L memiliki penyebaran yang tidak merata dan ketebalan tipis sehingga kurang ekonomis di beberapa area.

f. Implikasi terhadap Estimasi Cadangan

Perubahan geometri dan ketebalan *seam* yang ditemukan melalui pemodelan ulang berimplikasi langsung pada estimasi cadangan batubara di Pit 2 Blok 17. Berdasarkan model geologi sebelum *update*, total cadangan batubara diperkirakan mencapai $\pm 4,1$ juta ton dengan *stripping ratio* (SR) sebesar 6,1. Namun setelah *update*, estimasi menunjukkan penurunan cadangan menjadi $\pm 3,1$ juta ton, dengan *stripping ratio* (SR) meningkat menjadi 7,2. Namun secara BESR masih dapat diterima atau *feasible*, masuk kedalam perhitungan maksimal BESR 11.

Penurunan volume ini disebabkan oleh:

- Penipisan *seam* di area *down dip* yang sebelumnya diasumsikan tebal,
- Penghapusan *seam-seam* non-ekonomis setelah koreksi interpretasi,
- Masuknya area tertambang yang semula belum teridentifikasi secara eksplisit dalam model awal.

Tabel 4. Volume Estimasi Cadangan sebelum *Update*

NAME	SUBNAME	INTERVAL	PLUNJAR	INTAYTH	INTRIMASS	INTLOSS	ASH	CV	IM	RD	TM	TS	OVERBURDEN	COAL
VOL	CUT	S04U	1.832379	0.80	1.889.87	500.83	-	5.71	2.813.39	12.26	1.31	-	120.050.26	1.389.87
VOL	CUT	S04	13.11173	0.43	38.803.99	19.189.56	-	5.71	2.813.39	12.26	1.36	45.00	1.018.171.09	38.803.99
VOL	CUT	S05	2.111628	0.20	1.435.09	3.012.87	2.51	3.589.96	13.87	1.30	45.04	0.31	431.531.33	1.435.09
VOL	CUT	S06U	22.91995	0.56	109.190.56	40.590.26	8.02	3.560.01	13.72	1.33	45.35	0.19	3.739.466.65	109.190.56
VOL	CUT	S06	1.392234	0.39	4.064.72	2.852.13	6.78	3.449.27	12.71	1.34	41.35	0.29	106.096.26	4.064.72
VOL	CUT	S06L	24.68055	0.52	106.640.88	46.848.36	7.37	3.529.80	14.97	1.33	45.53	0.25	591.851.52	106.640.88
VOL	CUT	S07U	5.889769	0.19	5.491.34	7.023.91	5.61	3.536.56	5.79	1.32	29.23	0.17	670.053.44	5.491.34
VOL	CUT	S07M1	12.51113	1.37	191.479.50	24.084.94	-	-	-	1.31	-	-	3.091.568.24	191.479.50
VOL	CUT	S07M	24.2329	1.41	394.294.13	39.706.75	6.09	3.600.86	11.16	1.31	38.59	0.27	4.822.063.67	394.294.13
VOL	CUT	S07	1.693492	1.72	33.691.75	3.285.37	4.00	3.546.00	13.30	1.31	43.60	0.56	131.942.79	33.691.75
VOL	CUT	S07M2	11.83654	0.18	7.924.19	15.762.01	-	-	-	1.31	-	-	27.290.06	7.924.19
VOL	CUT	S07L	4.460734	0.12	405.79	5.247.63	6.48	3.392.07	12.97	1.31	42.85	0.32	11.317.87	405.79
VOL	CUT	S07L	27.64927	0.38	69.546.60	51.101.09	9.70	3.448.00	14.20	1.30	45.10	0.30	118.592.78	69.546.60
VOL	CUT	S07L2	3.92158	0.14	812.40	4.832.52	8.90	3.291.00	12.70	1.30	41.50	0.28	6.421.57	812.40
VOL	CUT	S08U	0.824104	0.09	6.021	641.55	-	-	-	1.31	-	-	15.978.20	6.021
VOL	CUT	S08	36.26051	1.37	575.837.78	69.874.12	5.86	3.585.95	14.28	1.32	44.47	0.31	728.346.15	575.837.78
VOL	CUT	S08L	0.69623	1.40	11.100.75	1.307.10	-	-	-	1.31	-	-	1.322.37	11.100.75
VOL	CUT	S09U	6.462605	0.77	36.572.15	9.157.18	7.20	3.324.89	18.13	1.32	44.67	0.34	1.016.208.33	36.572.15
VOL	CUT	S09	21.32028	0.76	212.122.97	54.363.32	7.24	3.557.92	12.75	1.31	41.56	0.30	5.795.128.05	212.122.97
VOL	CUT	S09L	4.680964	0.20	1.133.35	8.571.94	6.10	3.609.00	18.50	1.31	44.30	0.34	10.759.42	1.133.35
VOL	CUT	S09MX	20.13511	0.22	22.340.36	25.004.38	7.31	3.406.04	15.07	1.30	45.46	0.41	1.043.440.94	22.340.36
VOL	CUT	S09M1	0.799862	1.35	9.916.49	1.270.72	-	-	-	1.31	-	-	41.448.20	9.916.49
VOL	CUT	S09M1	18.51475	3.36	732.651.45	13.833.27	6.80	3.555.44	14.46	1.30	45.15	0.24	4.644.653.30	732.651.45
VOL	CUT	S09M	19.04882	5.46	1.320.479.29	36.517.93	4.33	3.740.94	13.65	1.32	40.20	0.29	357.635.23	1.320.479.29
VOL	CUT	S09M2	0.172679	0.02	0.00	31.91	-	-	-	1.31	-	-	35.56	0.00
VOL	CUT	S09M2	17.71395	1.51	352.143.95	438.37	7.15	3.576.23	14.13	1.32	42.71	0.32	59.361.56	352.143.95
														25.777.456.78
														4.180.507.89
														6.17

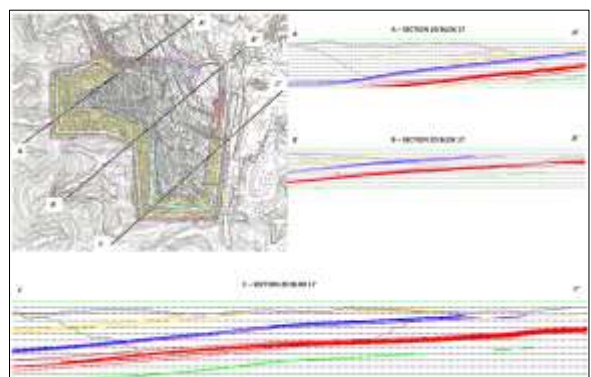
Tabel 5. Volume Estimasi Cadangan Sesudah *Update*

NAME	SUBNAME	INTERVAL	STRUCTURE	INTRIMASS	INTLOSS	ASH	CV	IM	RD	TM	TS	OVERBURDEN	COAL	
VOL	CUT	S04U	-	0.99	49.517.44	16884.71	4.90	2.767.32	12.34	1.27	44.77	0.21	2.766.682.67	49.517.44
VOL	CUT	S05	0.27	9.831.50	11603.31	2.63	3.573.24	13.73	1.30	44.82	0.34	1.309.117.95	9.831.50	
VOL	CUT	S06U	0.63	107.041.40	35648.33	7.91	3.553.40	13.78	1.33	45.29	0.19	2.823.612.11	107.041.40	
VOL	CUT	S06	1.31	48.988.26	6667.813	5.89	3.442.77	12.75	1.33	41.81	0.29	185.569.05	48.988.26	
VOL	CUT	S06L	0.47	85.615.67	14473.62	7.25	3.538.14	14.83	1.33	45.55	0.26	944.222.28	85.615.67	
VOL	CUT	S07U	0.21	17.349.80	18621.3	5.62	3.536.93	5.92	1.32	29.51	0.18	1.876.170.21	17.349.80	
VOL	CUT	S07M1	0.99	175.410.91	34017.82	-	-	-	1.31	-	-	-	2.058.282.70	175.410.91
VOL	CUT	S07M	1.25	211.015.77	30781.86	6.60	3.541.30	11.63	1.31	40.00	0.28	3.598.818.80	211.015.77	
VOL	CUT	S07M2	0.10	3.930.52	11869.83	-	-	-	1.31	-	-	-	15.945.51	3.930.52
VOL	CUT	S07L	0.13	2.550.77	8003.863	6.70	3.386.25	12.95	1.31	42.76	0.32	39.165.35	2.550.77	
VOL	CUT	S07L2	0.26	14.282.13	18405.23	8.70	3.448.00	14.20	1.30	45.10	0.30	85.964.15	14.282.13	
VOL	CUT	S07L2	0.12	388.63	875.4	9.90	3.351.00	12.70	1.30	41.50	0.28	16.262.23	388.63	
VOL	CUT	S08U	0.09	29.39	914.29	-	-	-	1.31	-	-	-	33.288.62	29.39
VOL	CUT	S08	1.26	433.370.36	61890.68	6.87	3.586.80	14.29	1.32	44.53	0.31	769.418.08	433.370.36	
VOL	CUT	S08L	1.05	12.450.57	2225.941	-	-	-	1.31	-	-	-	6.735.17	12.450.57
VOL	CUT	S09U	0.48	6.535.13	2377.447	7.20	3.324.89	18.13	1.32	44.67	0.34	296.410.72	6.535.13	
VOL	CUT	S09	0.66	172.513.35	55982.98	7.11	3.560.39	13.56	1.30	41.88	0.29	5.886.070.33	172.513.35	
VOL	CUT	S09L	0.02	0.00	410.1091	6.10	3.609.00	18.50	1.31	44.30	0.34	588.17	0.00	
VOL	CUT	S09MX	0.16	15.940.56	28025.7	7.34	3.402.12	15.06	1.30	45.46	0.41	1.035.103.28	15.940.56	
VOL	CUT	S09M1	1.53	13.715.87	1566.315	-	-	-	1.31	-	-	-	57.939.44	13.715.87
VOL	CUT	S09M1	3.72	747.995.49	32654.33	6.79	3.560.96	14.49	1.30	45.14	0.24	433.780.55	747.995.49	
VOL	CUT	S09M	5.64	1.136.425.57	31744.72	4.44	3.738.54	13.61	1.32	40.52	0.29	333.416.30	1.136.425.57	
VOL	CUT	S09M2	0.02	0.00	51.37012	-	-	-	-	-	-	-	61.38	0.00
VOL	CUT	S09M2	0.39	18.34	14.99020	-	-	-	-	-	-	-	90.39	18.34
VOL	CUT	S09M2	1.34	141.377.42	17519.71	6.54	3.568.57	13.68	1.32	42.62	0.36	172.450.52	141.377.42	
														24.807.182.38
														3.406.075.24
														7.28

Estimasi akhir menunjukkan bahwa *seam* S08 dan S09M, S09M1, merupakan kontributor utama terhadap total cadangan, masing-masing memberikan > 300 ribu ton cadangan batubara ekonomis.



Gambar 4. Topografi Surface EOM *Update*



Gambar 5. Desain Pit 2 Blok 17 dan garis *section*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembaruan model geologi melalui data pemboran, topografi, serta *update* elevasi atap

(*roof*) dan dasar (*floor*) *seam* batubara di wilayah IUP PT. Senamas Energindo Mineral, diperoleh beberapa temuan penting sebagai berikut:

1. Terdapat penipisan *seam* S06, S07, S08, dan S09 pada bagian *Highwall* Blok 17 *Extend* yang semakin nyata ke arah *downdip*. Sebelumnya, berdasarkan model awal, kelanjutan *seam* diasumsikan konsisten tanpa undulasi yang signifikan.
2. Pentingnya pemboran *infill* menunjukkan keterdapatan *seam* yang ketebalannya tidak merata dan bervariasi ini menunjukkan bahwa estimasi geometri batubara tidak dapat disamaratakan, dan harus memperhatikan kondisi lokal. Contohnya, meskipun *seam* S09M memiliki ketebalan dominan > 4 meter di banyak lokasi, *seam* seperti S07M2 dan S07L memiliki penyebaran yang tidak merata dan ketebalan tipis sehingga kurang ekonomis di beberapa area.
3. Estimasi total cadangan batubara mengalami penurunan, dari 4,1 juta ton dengan *stripping ratio* (SR) 6,1 menjadi 3,1 juta ton dengan *stripping ratio* (SR) meningkat menjadi 7,2, termasuk wilayah yang telah ditambang. Dari segi Teknis dengan adanya perubahan nilai *stripping ratio* tentunya akan merubah desain *pit* secara bertahap yang sudah direncanakan sebelumnya. Dari segi ekonomis naiknya nilai *stripping ratio* mengakibatkan naiknya biaya produksi yang sangat berpengaruh terhadap nilai kelayakan investasi tambang, harga jual yang rendah juga sangat mempengaruhi operasional penambangan.
4. Diperlukan penambahan titik bor tambahan untuk memperkuat akurasi dan presisi data geologi, terutama pada bagian *Highwall* Pit 2 Blok 17 *Extend*.

Temuan - temuan ini menggaris bawahi sangat pentingnya pemutakhiran verifikasi dan validasi oleh seorang yang berkompeten (*Competent Person*) terhadap data geologi dan model geologi secara berkala dan integrasi data aktual penambangan dalam proses rekonsiliasi model geologi guna mendukung optimasi perencanaan tambang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Teknik Tambang PT. Senamas Energindo Mineral atas izin dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Manager Eksplorasi PT. Senamas Enerindo Mineral atas bantuan dan kerja samanya dalam penyediaan data, serta informasi teknis yang diperlukan selama proses studi dan analisis.

DAFTAR PUSTAKA

Hartman, H.L., & Mutmansky, J.M. (2002). *Introductory Mining Engineering* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Jorstad, A., & Torsæter, M. (2015). *Geological Modeling - A Review*. *Norwegian Journal of Geology*, 95(2), 157–172.

CoalLog. (2012). *Australian Guidelines for the Estimation and Classification of Coal Resources*. The Coalfields Geology Council of New South Wales and the Queensland Resources Council.

_____. *Laporan Permodelan Geologi Estimasi Sumberdaya dan Cadangan* PT. Senamas Energindo Mineral 2025. *Pit 2 Blok 17*. Internal Company Report.