

Estimasi Cadangan Batugamping Menggunakan *Block Model* Berdasarkan Metode Interpolasi IDW pada IUP OP 231 Karangkemojing

(*Estimation of Limestone Reserves Using Block Model Based on IDW Interpolation Method in IUP OP 231 Karangkemojing*)

Agyun Kinanti Fauziyah Pertiwi¹, Narulita Santi¹

¹Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

*Korespondensi E-mail : narulita.santi@live.undip.ac.id

Abstrak

Perkembangan pembangunan infrastruktur semakin meningkat berdampak pada peningkatan kebutuhan semen. Semen digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan beton dan material pembangunan lainnya. Oleh karena itu, penambangan batugamping sebagai bahan baku semen juga semakin ditingkatkan. Salah satu daerah yang memiliki prospek untuk penambangan batugamping yaitu IUP OP 231 Karangkemojing yang masih dalam tahap eksplorasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi geologi dan geomorfologi daerah penelitian, mengetahui jumlah cadangan batugamping, serta mengetahui perkiraan umur tambang berdasarkan target produksi. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu observasi lapangan dan analisis laboratorium meliputi analisis petrografi dan analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF). Selanjutnya dilakukan perhitungan cadangan batugamping dengan menggunakan pemodelan *block model* dan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) yang diolah dengan menggunakan *software* Surpac. Berdasarkan pemetaan geologi lapangan, daerah penelitian termasuk dalam bentuk lahan struktural berbukit bergelombang dan berbukit terjal, yang terdiri dari dua satuan litologi yaitu satuan perselingan batupasir dan batulempung serta satuan batugamping. Hasil perhitungan cadangan batugamping daerah penelitian diperoleh sebesar 61.444.362 ton dengan estimasi umur tambang sekitar 24 tahun 6 bulan.

Kata Kunci: Cadangan, Batugamping, *Block Model*, Metode IDW, Banyumas

Abstract

The increasing development of infrastructure development has an impact on the increase in cement demand. Cement is used as the main raw material in making concrete and other construction materials. Therefore, limestone mining as a raw material for cement is also increasing. One of the areas that has prospects for limestone mining is IUP OP 231 Karangkemojing which is still in the exploration stage. The purpose of this study is to determine the geological and geomorphological conditions of the study area, determine the amount of limestone reserves, and determine the estimated mine life based on production targets. The methods used in this research are field observation and laboratory analysis including petrographic analysis and X-Ray Fluorescence (XRF) analysis. Furthermore, the calculation of limestone reserves was carried out using block modeling and the Inverse Distance Weighting (IDW) interpolation method processed using Surpac software. Based on field geological mapping, the research area is included in the wavy hilly and steep hilly structural landforms, which consist of two lithological units, namely sandstone and claystone intermixture units and limestone units. The results of the calculation of limestone reserves in the study area were obtained at 61,444,362 tons with an estimated mine life of about 24 years and 6 months.

Keywords: Reserves, Limestone, *Block Model*, IDW Method, Banyumas

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur di Indonesia semakin meningkat menyebabkan kebutuhan akan bahan baku pembangunan yaitu semen juga semakin meningkat. Indonesia membutuhkan tambahan semen sekitar 5 juta ton per tahun untuk memenuhi pertumbuhan konsumsi rata-rata 10% per tahun (Kemenperin, 2022). Semen merupakan bahan baku utama dalam pembuatan beton dan material pembangunan lainnya. Oleh karena itu,

penambangan batugamping sebagai bahan baku semen juga perlu ditingkatkan.

Sebelum dilakukan penambangan dan produksi perlu dilakukan perencanaan tambang dengan baik dan benar sehingga diperoleh hasil yang optimal (Nurhadi, 2018). Perencanaan tambang (*mine planning*) merupakan suatu proses penetapan desain tambang dan penentuan tahapan kegiatan penambangan yang akan dikerjakan dalam menentukan kelayakan rancangan tambang dan tahapan pelaksanaan operasi penambangan dengan tujuan untuk

mencapai hasil yang telah ditentukan. Salah satu kegiatan dalam melakukan perencanaan tambang adalah melakukan perhitungan cadangan bahan galian.

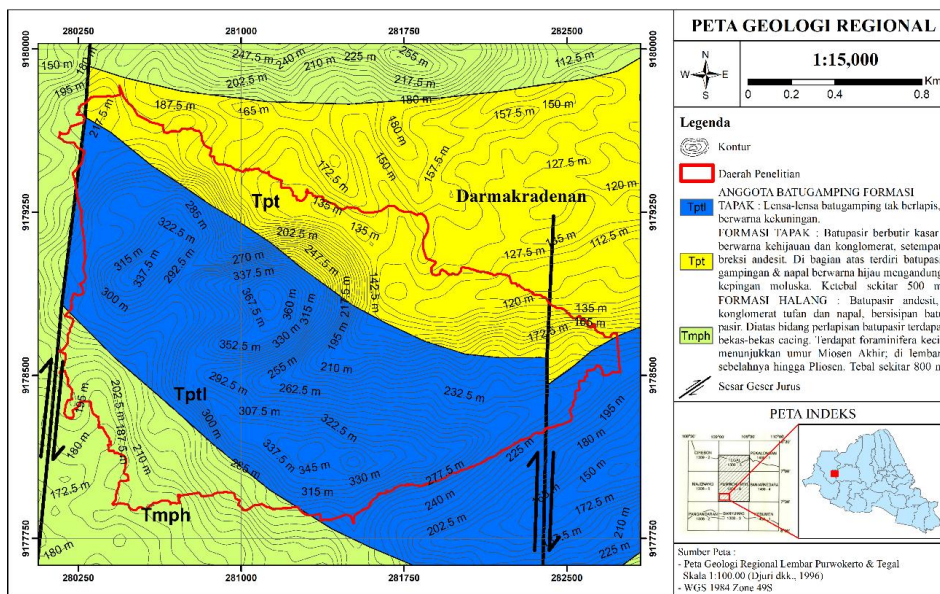
Perhitungan cadangan bahan galian, pada penelitian ini adalah batugamping, dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jumlah cadangan batugamping serta menentukan estimasi umur tambang berdasarkan target produksi. Data yang digunakan dalam perhitungan cadangan batugamping yaitu data topografi, data bor dari 42 titik bor, serta data geokimia batugamping. Data tersebut diolah dengan menggunakan *software* Surpac versi 6.3.2 untuk membuat pemodelan tiga dimensi berupa *block model* dan perhitungan cadangan berdasarkan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW).

Block model merupakan representasi tiga dimensi dari suatu endapan mineral berdasarkan estimasi jumlah mineral berharga (batugamping) dan jumlah lapisan penutup (Ichsan dkk., 2016). Metode IDW menggunakan asumsi bahwa nilai

hasil interpolasi diperoleh dari hasil pembobotan dari titik-titik bersampel yang ada di sekitarnya (Bargawa, 2015). Perhitungan cadangan batugamping dilakukan berdasarkan data hasil pengeboran pada 42 titik bor yang telah dilakukan analisis XRF.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada salah satu daerah prospek penambangan batugamping yaitu IUP OP 231 Karangemojing milik PT Sinar Tambang Arthalestari. Menurut Djuri dkk. (1996) stratigrafi regional daerah penelitian terletak pada tiga formasi batuan yaitu Formasi Halang, Formasi Tapak, dan Anggota Batugamping Formasi Tapak (Gambar 1). Batugamping pada daerah penelitian merupakan bagian dari Satuan Anggota Batugamping Formasi Tapak yang terendapkan pada lingkungan pengendapan *lagoon* dan memiliki hubungan stratigrafi menjemari dengan satuan batupasir dari Formasi Tapak (Sitompul, 2022).



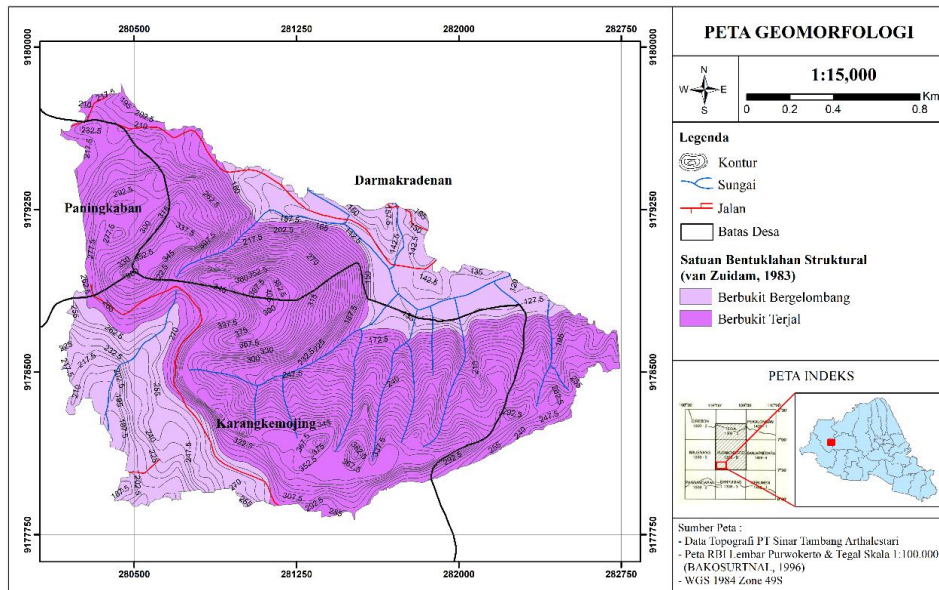
Gambar 1. Peta geologi regional daerah penelitian (Djuri dkk., 1996)

Penelitian dimulai dengan melakukan observasi lapangan kemudian dilanjutkan dengan analisis laboratorium dan terakhir dilakukan perhitungan data. Observasi lapangan dilakukan dengan pemetaan geologi yang bertujuan untuk mengetahui kondisi geomorfologi dan persebaran litologi di daerah penelitian. Analisis laboratorium meliputi analisis petrografi dengan menggunakan sayatan tipis (*thin section*) untuk mengetahui komposisi mineral, tekstur, dan nama batuan, serta analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF) yang dilakukan pada sampel batuan bawah permukaan yang diperoleh dari hasil pengeboran, dengan tujuan untuk mengetahui kadar kimia

batuan di lokasi penelitian. Perhitungan data dilakukan pada 42 titik bor dengan pemodelan tiga dimensi berupa *block model* serta menggunakan metode interpolasi IDW.

3. Hasil dan Pembahasan Geomorfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan analisis morfografi dan perhitungan morfometri kelerengan pada daerah penelitian maka dihasilkan peta geomorfologi (Gambar 2) dengan satuan bentuk lahan struktural berbukit bergelombang dan bentuklahan struktural berbukit terjal (van Zuidam, 1983).



Gambar 2. Peta geomorfologi daerah penelitian

Satuan bentuk lahan struktural berbukit bergelombang memiliki tingkat kemiringan lereng yang cukup terjal dengan rata-rata persen lereng sebesar 18,59% dan beda tinggi sebesar 152 m dengan elevasi tertinggi 270 mdpl sedangkan elevasi terendah 118 mdpl. Kenampakan satuan bentuk lahan ini terletak di Desa Karangkemujing tepatnya pada koordinat 7°26'7,28"S dan 109°01'14,102"E (Gambar 3).



Gambar 3. Kenampakan satuan bentuk lahan struktural berbukit bergelombang

Satuan bentuk lahan struktural berbukit terjal memiliki tingkat kemiringan lereng yang terjal sampai sangat terjal dengan rata-rata persen lereng sebesar 49,27% dan beda tinggi sebesar 225,5 m dengan elevasi tertinggi 413 mdpl sedangkan elevasi terendah 187,5 mdpl. Kenampakan satuan bentuk lahan ini terletak di Desa Darmakradenan tepatnya pada koordinat 7°25'34,25"S dan 109°01'41,502"E (Gambar 4).

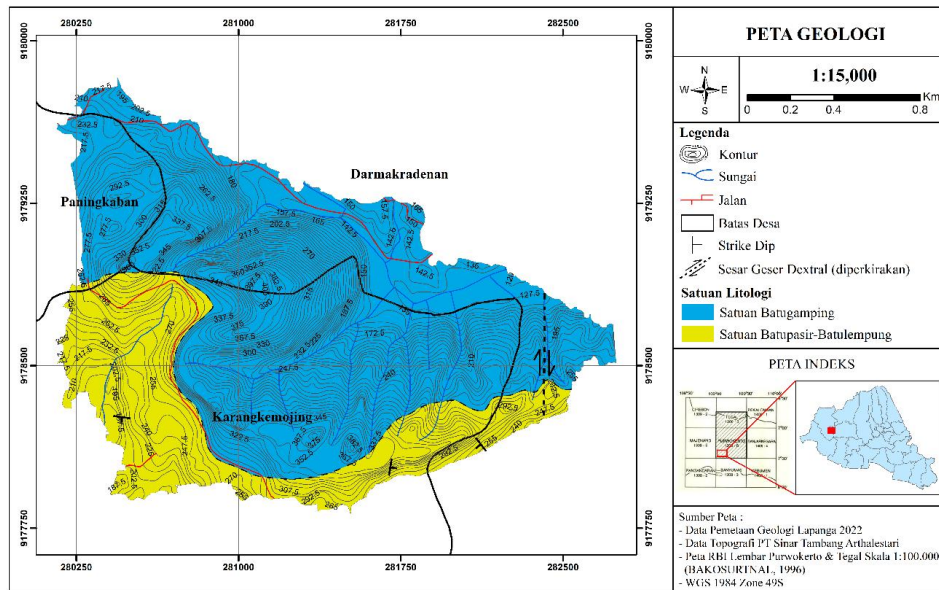


Gambar 4. Kenampakan satuan bentuk lahan struktural berbukit terjal

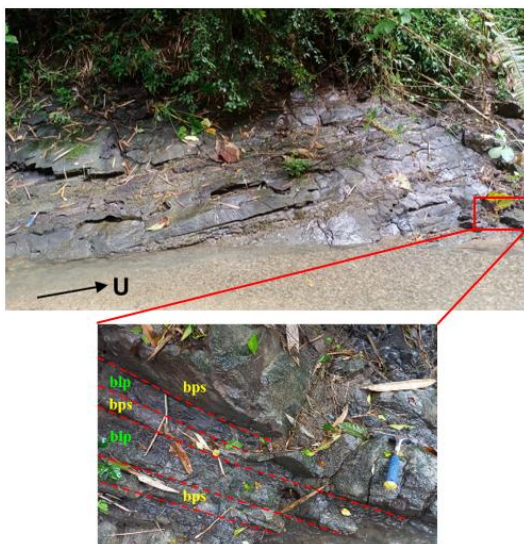
Stratigrafi Daerah Penelitian

Persebaran litologi daerah penelitian dapat ditentukan berdasarkan observasi lapangan serta analisis petrologi dan petrografi. Daerah penelitian terdiri dari dua satuan litologi yaitu satuan litologi perselingan batupasir-batulempung serta satuan litologi batugamping, dengan satuan litologi batugamping memiliki umur yang lebih muda (Gambar 5).

Satuan perselingan batupasir-batulempung tersebar di bagian selatan kavling yang menempati 26,6% dari seluruh luasan daerah penelitian. Singkapan satuan perselingan batupasir-batulempung banyak dijumpai pada daerah sekitar sungai. Singkapan satuan ini menunjukkan struktur sedimen perlapisan (*bedding*) yang cukup baik (Gambar 6). Satuan batuan ini diselaraskan dengan Formasi Halang.



Gambar 5. Peta geologi daerah penelitian



Gambar 6. Singkapan perselingan batupasir-batulempung

Batupasir yang dijumpai memiliki ciri fisik berwarna coklat kehitaman dengan ukuran butir bervariasi dari pasir sangat halus sampai pasir halus (0,0625 – 0,25 mm) dan bersifat karbonatan. Hasil pengamatan petrografi batupasir termasuk *matrix supported* dengan tingkat kebundaran *rounded-subrounded*, dan komposisi mineral berupa mineral kuarsa, mineral opak dan semen karbonatan. Selain itu dijumpai juga fragmen berupa fosil foraminifera. Menurut klasifikasi Pettijohn (1975) sampel sayatan petrografi batupasir ini termasuk dalam *Greywacke*.

Batulempung yang dijumpai memiliki ciri fisik berwarna coklat kehitaman dengan penampakan lebih gelap dibanding batupasir secara umum, ukuran butir *clay* (<1/256 mm) dan bersifat

karbonatan. Hasil pengamatan petrografi batulempung termasuk *matrix supported* dengan tingkat kebundaran *rounded-subrounded*, dan komposisi mineral berupa mineral feldspar, mineral kuarsa, dan mineral opak, dengan semen karbonatan. Menurut klasifikasi Pettijohn (1975) sampel sayatan petrografi batulempung ini termasuk *Mudrock*.

Satuan batugamping merupakan satuan litologi yang mendominasi daerah penelitian yang menempati sekitar 73,4% dari seluruh kavling. Singkapan dari satuan batugamping ini banyak dijumpai pada daerah perbukitan dengan singkapan berupa tebing bukit maupun gua (Gambar 7). Satuan batugamping ini diselaraskan dengan Anggota Batugamping Formasi Tapak.



Gambar 7. Singkapan batugamping

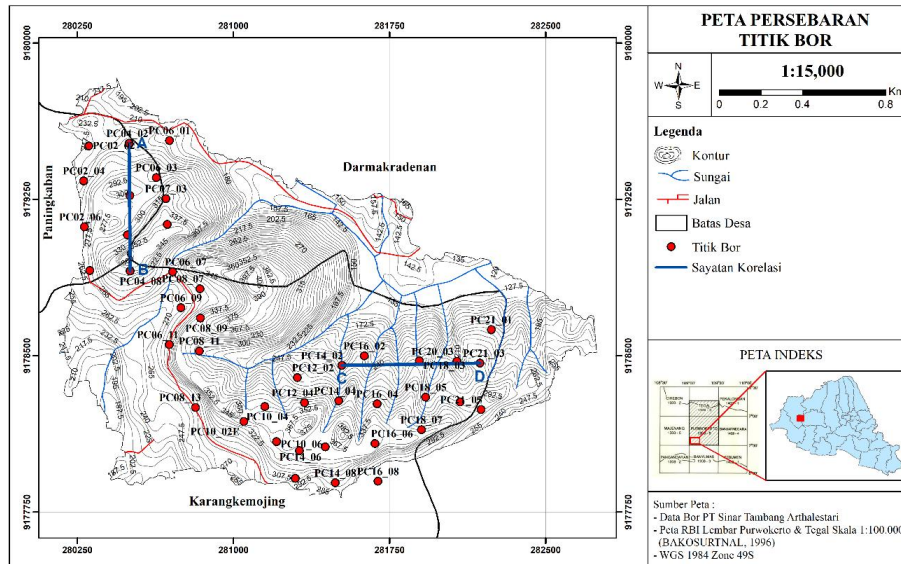
Batugamping pada satuan ini memiliki ciri fisik berupa warna putih kecokelatan dengan struktur masif, ukuran butir sand (0,06 – 2 mm). Hasil analisis petrografi batugamping termasuk *grain supported* dengan tingkat kebundaran *rounded-subangular*, memiliki sortasi *moderately sorted*, serta kemas terbuka. Komponen *non skeletal grain* berupa mineral kalsit, ooid, pelloid, *extraclast*; komponen *skeletal grain* berupa foraminifera; komponen matriks berupa mikrit; serta komponen semen berupa lumpur karbonat. Menurut klasifikasi Embry dan Klovan, (1971) sampel sayatan petrografi batugamping ini termasuk *Packstone*.

Geologi Bawah Permukaan

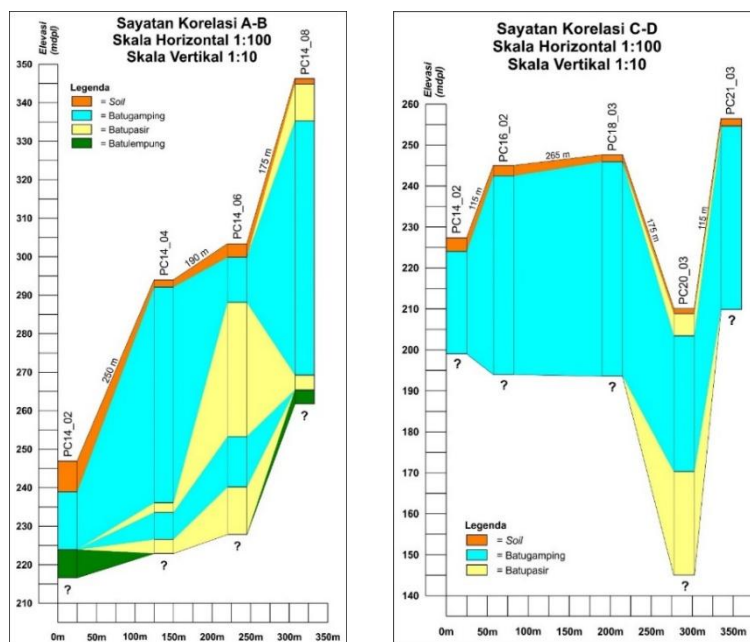
Kondisi bawah permukaan pada daerah penelitian dapat diketahui berdasarkan data 42 titik bor yang tersebar di daerah penelitian

(Gambar 8). Masing-masing titik bor memiliki kedalaman yang berbeda-beda, mulai dari 23,55 m hingga 130,6 m. Hasil analisis lubang bor dapat diketahui bahwa terdapat 4 jenis litologi pada daerah penelitian yaitu batugamping, batupasir, batulempung, dan lanau.

Korelasi litologi bawah permukaan dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gambaran mengenai kondisi bawah permukaan serta mengetahui persebaran batugamping yang berada di bawah permukaan. Korelasi dilakukan pada dua sayatan yaitu sayatan A-B yang menyayat empat titik bor yaitu PC02_02, PC04_04, PC04_06, dan PC08_09 serta sayatan C-D yang menyayat lima titik bor yaitu PC14_02, PC16_02, PC18_03, PC20_03, dan PC21_03 (Gambar 9).



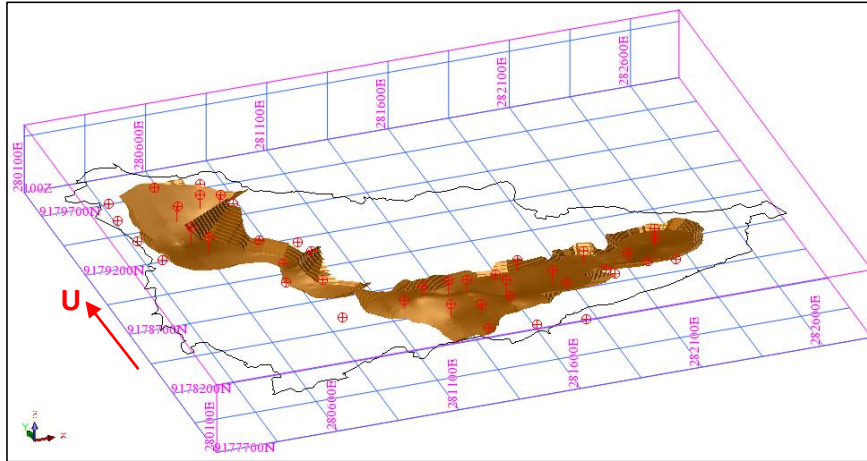
Gambar 8. Peta persebaran titik bor



Gambar 9. Korelasi litologi bawah permukaan

Persebaran batugamping bawah permukaan dapat diketahui dengan analisis data bor dan pembuatan pemodelan tiga dimensi. Hasil pemodelan tersebut dapat diketahui bahwa batugamping tersebar pada bagian barat dan

selatan kavling dengan kondisi menipis pada daerah elevasi rendah (Gambar 10). Ketebalan batugamping pada masing-masing lubang bor berbeda-beda, mulai dari yang paling tipis 0,75 m sampai yang paling tebal 98,3 m.

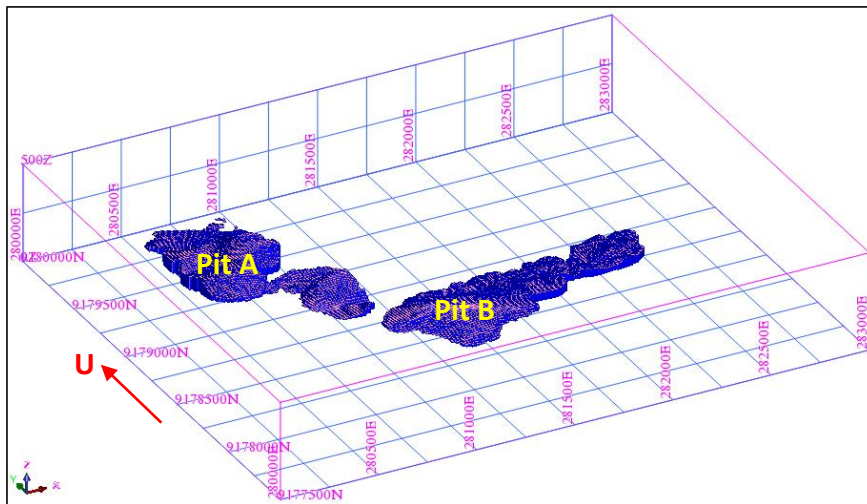


Gambar 10. Persebaran batugamping bawah permukaan

Perhitungan Cadangan Batugamping

Perhitungan cadangan batugamping yang dilakukan mengacu pada sasaran mutu bahan baku pembuatan semen milik PT Sinar Tambang Arthalestari yaitu untuk batugamping kandungan CaO minimal 47% dan MgO maksimal 1,5%, sedangkan untuk lempung (*clay*) kandungan SiO₂ minimal 52%, Al₂O₃ maksimal 25%, dan Fe₂O₃ maksimal 1,5%. Perhitungan dilakukan

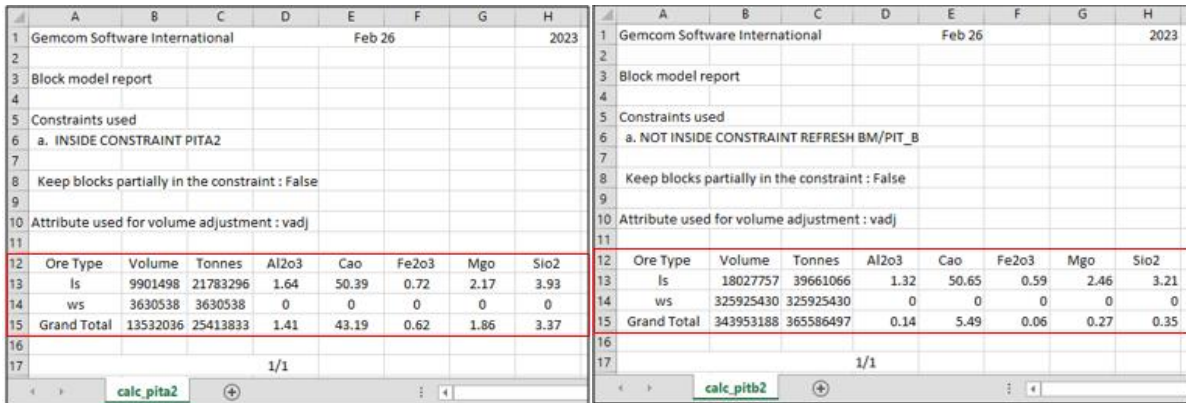
pada daerah yang sudah dibatasi sebuah *constraint*, yaitu batasan yang digunakan dalam membatasi bagian yang akan dilakukan penelitian (Bristol dan Jackson, 2008). *Constraint* yang digunakan berupa batas litologi batugamping berdasarkan data hasil pengeboran serta desain tambang berupa Pit A dan Pit B (Gambar 11).



Gambar 11. Hasil *constraint block model* daerah penelitian

Hasil perhitungan cadangan batugamping dengan menggunakan metode interpolasi IDW ditampilkan dalam bentuk *report block model*. Dari hasil tersebut diperoleh bahwa jumlah volume batugamping pada Pit A sebesar 9.901.498 m³ dan nilai tonase atau cadangannya sebesar 21.783.296 ton, sedangkan untuk jumlah

volume batugamping pada Pit B sebesar 18.027.757 m³ dan nilai tonase atau cadangannya sebesar 39.661.066 ton (Gambar 12). Total volume batugamping yang terdapat pada daerah penelitian adalah 27.929.255 m³ dan nilai cadangannya sebesar 61.444.362 ton.



Ore Type	Volume	Tonnes	Al2o3	Cao	Fe2o3	Mgo	SiO2
Is	9901498	21783296	1.64	50.39	0.72	2.17	3.93
ws	3630538	3630538	0	0	0	0	0
Grand Total	13532036	25413833	1.41	43.19	0.62	1.86	3.37

Ore Type	Volume	Tonnes	Al2o3	Cao	Fe2o3	Mgo	SiO2
Is	18027757	39661066	1.32	50.65	0.59	2.46	3.21
ws	325925430	325925430	0	0	0	0	0
Grand Total	343953188	365586497	0.14	5.49	0.06	0.27	0.35

Gambar 12. Report block model

Estimasi Umur Tambang

Berdasarkan perhitungan estimasi cadangan batugamping dengan menggunakan *block model* diperoleh jumlah cadangan batugamping pada daerah penelitian sebanyak 61.444.362 ton dan untuk target produksi batugamping PT Sinar Tambang Arthalestari adalah 2.500.000 ton per tahun, maka estimasi umur tambang pada daerah penelitian adalah:

$$\text{Umur Tambang} = \frac{\text{cadangan (ton)}}{\text{target produksi (ton/tahun)}}$$

$$\text{Umur Tambang} = \frac{61.444.362}{2.500.000}$$

$$\text{Umur Tambang} = 24,5$$

$$\text{Umur Tambang} = 24 \text{ tahun } 6 \text{ bulan}$$

4. Kesimpulan

Geomorfologi daerah penelitian dibedakan menjadi dua jenis satuan yaitu satuan bentuklahan struktural berbukit bergelombang dan satuan bentuklahan struktural berbukit terjal (van Zuidam, 1983). Litologi daerah penelitian terdiri dari dua satuan litologi yaitu satuan perselingan batupasir dan batulempung serta satuan batugamping. Hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa sayatan batupasir termasuk *Greywacke* (Pettijohn, 1975), sayatan batulempung termasuk *Mudrock* (Pettijohn, 1975), dan sayatan batugamping termasuk dalam *Packstone* (Embry dan Klovan, 1971).

Batugamping bawah permukaan tersebar pada bagian barat dan selatan kavling dengan kondisi menipis pada daerah elevasi rendah. Ketebalan batugamping pada masing-masing lubang bor berbeda-beda, mulai dari yang paling tipis 0,75 m sampai yang paling tebal 98,3 m.

Hasil perhitungan cadangan batugamping dengan menggunakan *block model* dan metode interpolasi IDW yang diolah menggunakan perangkat lunak Surpac versi 6.3.2 pada IUP OP 231 Karangemojing yaitu sebesar 61.444.362 ton. Berdasarkan jumlah cadangan batugamping dan target produksi batugamping setiap tahun maka dapat diketahui estimasi umur tambang yaitu sekitar 24 tahun 6 bulan.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang terlibat selama proses penelitian, terutama kepada PT Sinar Tambang Arthalestari yang telah memberikan izin untuk melakukan pengambilan data dan menggunakan data yang tersedia.

Daftar Pustaka

- Bargawa, W. S., 2015. *Analisis Perbandingan Metode NNP dan IDW pada Penaksiran Kadar Mineral*. Prosiding Seminar Nasional 2015, 71-78.
- Bristol, R. dan Jackson, P., 2008. *Block Modelling in Surpac v6.1*. GEMCOM. SURPAC Geology and Mine Planning.
- Djuri, M., Samodra, H., Amin T.C., dan Gafoer, S., 1996. *Peta Geologi Lembar Purwokerto, Jawa, skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Embry, A. dan Klovan, J., 1971. *A Late Devonian Reef Tract on Northeastern Banks Island*. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, vol.4, 730 – 781.
- Kementerian Perindustrian (Kemenperin), 2022. *RI Butuh Tampahan Pasokan Semen 5 Juta Ton Per Tahun*, https://bit.ly/pasokansemen_kementerianperindustrian. Diakses pada tanggal 8 April 2023.
- Nurhadi, Rajendra., Irvana, dan Guskarnali. 2018. *Perencanaan Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Angkut dengan Kapasitas Ore Getting 200 m³/jam pada Rencana Penambangan PT Timah (Persero) Tbk*. Jurnal Mineral, vol. 3 (1), 1-9.
- Pettijohn, F. J., 1975. *Sedimentary Rocks Second Edition*. New York: Harper and Row Publishers.
- Setiawan, K. B., 2020. *Estimasi Cadangan Batugamping pada Kuari XIII PT. Solusi Bangun Indonesia Kabupaten Cilacap Jawa Tengah*. Skripsi. Fakultas Teknologi Mineral. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.

- Sitompul, M. F., 2022. *Geologi Daerah Cihonje dan Sekitarnya, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah*. Thesis. Universitas Pertamina.
- van Zuidam, R. A., 1983. *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. Netherlands : ITC Enschede The Nederland.