



**ANALISIS VARIASI PENAKSIRAN SUMBERDAYA BATUBARA
MENGUNAKAN METODE INVERSE DISTANCE WEIGHT
DAN ORDINARY KRIGING**

***THE ANALYSIS OF VARIANCE IN COAL RESOURCE ESTIMATION
USING INVERSE DISTANCE WEIGHT AND ORDINARY KRIGING***

Y. A. Yulanda¹, M. E. Hakim², R. Arafat³, Ericson⁴

¹⁻⁴Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

¹⁻⁴Jl. Jambi - Muara Bulian No.KM. 15, Mendalo Indah, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi

e-mail: *¹yudiarista@unja.ac.id, elhakim@unja.ac.id, rakhmatul.arafat@unja.ac.id, ericson@unja.ac.i

ABSTRAK

Penaksiran sumberdaya batubara merupakan tahapan penting dalam kegiatan industri pertambangan batubara. Terdapat dua jenis metode yang lazim digunakan dalam penaksiran sumber daya yaitu *Metode Inverse Distance Weight* (IDW) dan *Ordinary Kriging* (OK). Kedua metode tersebut menggunakan sistem grid blok dalam penaksiran. Beberapa penelitian sebelumnya cenderung hanya memperlihatkan perbedaan selisih pada nilai total hasil penaksiran. Belum ditemukan penelitian yang memperlihatkan nilai variasi pada setiap grid blok estimasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi nilai kedua metode tersebut pada setiap grid blok. Adapun data yang menjadi objek penaksiran adalah ketebalan batubara (*coal thickness*). Di dalam penelitian ini, kedua metode juga akan membandingkan tonase sumber daya batubara guna mengetahui perbedaan hasil perhitungan sumber daya. Data penelitian berupa 60 titik bor eksplorasi yang diolah menggunakan perangkat lunak perhitungan sumber daya batubara. Berdasarkan hasil penaksiran sumber daya batubara menggunakan Metode IDW diperoleh jumlah sumber daya batubara sebesar 49.101.422 Ton. Perolehan sumber daya batubara hasil kalkulasi Metode IDW menunjukkan selisih yang tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan penggunaan *Metode Ordinary Kriging* yang menunjukkan nilai sebesar 47.521.660 Ton. Variasi nilai estimasi yang dihasilkan kedua metode tersebut rata-rata berkisar 3%.

Kata kunci: penaksiran, IDW, ordinary kriging, variasi

ABSTRACT

Coal resource estimation is an important stage in coal mining industry activities. There are two methods that are widely used for resource estimation such as Inverse Distance Weight (IDW) and Ordinary Kriging (OK). Both methods use block grid system for the estimation. Several previous studies tend to only show differences in the total value of the estimation results. No research has been found that shows the value of variation in each grid of estimation blocks. This research is aimed to show the variance in the values of the two methods on each block grid. Coal seam thickness is designed to be the estimation object. In this research, these methods also will compare the tonnage of coal resource to determine the variance of coal resource estimation. Data is obtained from sixty bore holes which is processed using resource estimation software. Based on resource calculation using IDW, coal resource tonnage is approximately 49,101,422 tonnes. This result is not extremely different to the use of ordinary kriging resulting 47,521,660 tonnes of coal. Coal resource variation between two methods is nearly 3%.

Keywords : resource estimation, IDW, ordinary kriging, variance

PENDAHULUAN

Potensi batubara di Indonesia cukup berlimpah dan termasuk dalam 10 terbesar di dunia. Bahkan bersama Tiongkok dan Australia, Indonesia menjadi yang terbesar di kawasan Asia-Pasifik. Berdasarkan data Badan Geologi Kementerian ESDM, sumber daya batubara Indonesia mencapai 143,73 miliar ton [1]. Potensi ini sebanding dengan jumlah perusahaan yang bergerak di industri tambang batubara. Dalam industri pertambangan, kegiatan diawali dengan eksplorasi yang di dalamnya dilakukan penaksiran sumber daya. Penaksiran sumber daya batubara sangat penting bagi perusahaan karena mempengaruhi penentuan kebijakan terkait kegiatan pengeksploasiannya.

Metode penaksiran sumber daya batubara sangat beragam, baik yang sederhana hingga yang lebih rumit. Ada beberapa metode yang digunakan dalam penaksiran tersebut seperti *Inverse Distance Weight (IDW)*. Metode IDW merupakan metode dengan formulasi paling sederhana dan memberikan hasil yang akurat sehingga sering digunakan dalam estimasi sumber daya batubara. Metode IDW menggunakan blok sederhana dengan mempertimbangkan titik terdekat atau di sekitarnya [2]. Selain Metode IDW, terdapat metode lain yang juga digunakan yaitu Metode *Ordinary Kriging*. Metode ini menggunakan prinsip geostatistik dalam melakukan penafsiran batubara [3]. Metode geostatistik (*Kriging*) ini berkembang pesat pada industri pertambangan dan saat ini diadopsi banyak di berbagai bidang seperti ilmu lingkungan [4].

Penelitian tentang estimasi sumber daya dengan metode IDW dan *Ordinary Kriging* telah banyak dilakukan pada komoditas tambang. Ramadhan dkk (2021) melakukan penelitian di komoditas timah aluvial untuk membandingkan estimasi sumber daya dengan Metode Poligon, *Inverse Distance Weighting*, dan *Ordinary Kriging* [5]. Penelitian pada komoditas batubara pernah dilakukan oleh Kurnianto dkk (2019) untuk melakukan estimasi sumber daya batubara menggunakan Metode *Nearest Neighbour Point*, *Inverse Distance Weighting*, dan *Kriging* [6].

Wahyuni dkk (2019) juga pernah melakukan estimasi sebaran kualitas batubara (*ash content*) menggunakan Metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* dan *Ordinary Kriging (OK)* [7]. Penelitian-penelitian tersebut cenderung hanya menampilkan persebaran hasil interpolasi dalam bentuk *range* warna dan nilai total sumber daya hasil penaksiran. Belum ditemukan penelitian yang secara khusus memperlihatkan nilai variasi pada setiap *grid* blok interpolasi.

Tiap metode yang disebutkan mempunyai formula dan keunggulan masing-masing yang dapat digunakan untuk menaksir sumber daya batubara. Secara teoritis, suatu area yang sama atau berdekatan akan memiliki nilai sumber daya yang tidak berbeda jauh. Untuk itu, penelitian bertujuan membandingkan hasil kalkulasi tiap metode untuk melihat selisih nilai taksiran sumber daya batubara. Selain itu juga, untuk melihat variasi antara kedua metode tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan data sekunder yang didapat dari hasil pemboran di 60 titik bor. Penelitian dilakukan pada 21 September s.d 21 Oktober 2022. Secara garis besar, tahapan penelitian dapat dikelompokkan menjadi tiga tahap:

1. Tahap Persiapan

Tahap ini dilakukan dengan mempelajari berbagai literatur terkait metode penaksiran cadangan. Berdasarkan literatur tersebut dibuat asumsi dan hipotesis yang mendasari penelitian. Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Hasil taksiran antara metode *Inverse Distance Weight* dan Metode *Ordinary Kriging* memiliki perbedaan karena perbedaan formulasi perhitungan.
- b. Selisih antara kedua metode tidak begitu jauh berbeda karena data berasal dari lokasi studi yang sama.

2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini diawali dengan pencarian data sekunder yang memungkinkan untuk diolah. Data yang dikumpulkan berasal dari data sekunder yang dapat memenuhi kriteria penelitian.

3. Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak perhitungan sumberdaya batubara. Interpolasi dilakukan dengan sistem *grid* blok. Hasil dari pengolahan data dengan perangkat lunak digunakan untuk perhitungan sumber daya.

4. Tahap Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil dari tiap metode pada setiap *grid* blok. Data tersebut dibahas dan ditarik kesimpulan.

5. Kesimpulan

Tahap akhir yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini. Kesimpulan menjawab tujuan yang ingin dicapai pada awal penelitian

Metode Inverse Distance Weight (IDW)

Metode IDW dalam perhitungan sumber daya diaplikasikan luas di dunia pertambangan disebabkan oleh penggunaannya yang lebih mudah. Metode IDW merupakan jenis metode deterministik dan merupakan bagian dari metode rata-rata bobot [8]. Nilai suatu titik

yang dicari bergantung pada ketersediaan informasi (titik) dari daerah sekitarnya. Konsep dasar dari Metode IDW adalah dengan interpolasi. Nilai interpolasi akan cenderung mengikuti titik sampel yang terdekat dibandingkan dengan titik sampel yang jauh. Perubahan bobot sampel diasumsikan mengikuti tren linear dipengaruhi jarak titik yang dicari dengan beberapa titik acuan/sampel [9].

Metode IDW merupakan implementasi dari teori bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan memiliki kemiripan (serupa). Untuk menaksirkan suatu nilai pada lokasi yang diukur maka metode ini menggunakan nilai pada titik yang berada di sekitarnya. Asumsinya, tingkat kemiripan suatu nilai yang ditaksir dengan data penaksir proporsional terhadap jarak. Bobot akan berubah linier terhadap jarak [3]. Persamaan IDW yang digunakan dalam pembobotan adalah sebagai berikut:

$$W_i = \frac{\frac{1}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \dots\dots\dots (1)$$

Untuk menghitung nilai titik yang ditaksir menggunakan persamaan :

$$\hat{Z}_o = \sum_{i=1}^n W_i Z_i \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- \hat{Z}_o : Nilai titik yang ditaksir
- w_i : Faktor bobot dari titik - i
- z_i : Nilai dari titik penaksir - i
- d_i : Jarak antara titik i dan titik yang ditaksir
- p : Faktor eksponen (*power*) 1, 2, 3, 4, 5 tingkat korelasi dan kemiripan antara titik yang ditaksir dengan data penaksir

Metode Ordinary Kriging

Metode *Ordinary Kriging* merupakan salah satu pendekatan geostatistik untuk mengestimasi bobot suatu titik dengan asumsi jarak dan orientasi antar sampel. Metode *Ordinary Kriging* dalam prinsipnya mirip dengan Metode IDW dengan mempertimbangkan faktor jarak untuk menaksirkan bobot suatu titik. *Ordinary Kriging* tidak hanya memberikan informasi titik yang diinterpolasi, namun juga menampilkan nilai error dan confidence [9]. Metode *Ordinary Kriging* merupakan jenis Metode Kriging yang paling banyak digunakan. Metode ini mampu mengestimasi bobot titik maupun model blok [10].

Ordinary Kriging secara teknis adalah metoda penaksiran data dengan menggunakan prosedur geostatistik dengan menggunakan variogram. Metoda geostatistik diproses dengan menggunakan data yang ditemukan dari hasil pembuatan semivariogram experimental [11]. Variogram merupakan alat dalam

perhitungan geostatistik yang memberikan banyak informasi mengenai parameter yang diteliti. Salah satu fungsi variogram adalah untuk melakukan estimasi terhadap nilai suatu parameter pada lokasi yang tidak memiliki sampel (data) atau untuk estimasi nilai rata-rata parameter pada suatu area [12]. Estimasi *Ordinary Kriging* pada lokasi yang tidak memiliki sampel dijalankan dengan formula:

$$Z * (u) \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(ui) \dots\dots\dots (3)$$

Pembobotan λ_i dihitung dengan rumus:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot C(i, j) + \mu = C(i, 0), \text{ with } \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \dots\dots (4)$$

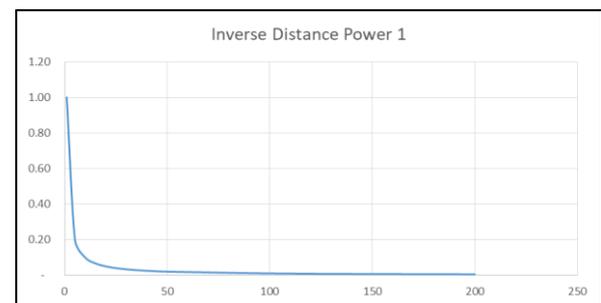
Keterangan:

- Z : Nilai titik yang ditaksir
- λ_i : Faktor bobot dari titik i
- μ : Langrange multiplier
- $C(i, j)$: Covariance antara sample i dan j
- $C(i, 0)$: Covariance antara sample dan block 0

HASIL DAN PEMBAHASAN

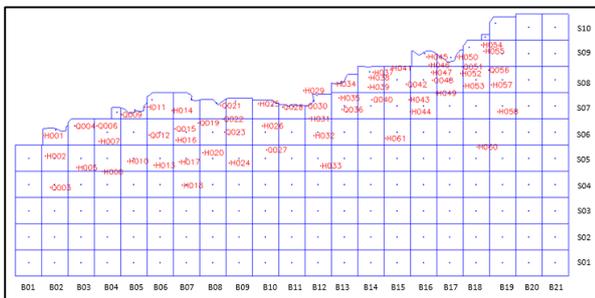
Estimasi Sumber Daya dengan Metode Inverse Distance Weight

Inverse Distance Weight (IDW) merupakan salah satu metode penaksiran dengan mempertimbangan nilai dari titik-titik sekitarnya berdasarkan jarak dengan titik taksiran [13]. Asumsi yang digunakan adalah semakin dekat jarak suatu terhadap titik taksiran maka semakin kuat juga pengaruh terhadap nilai estimasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Faudzan dkk (2015), bahwa secara eksponensial bobot titik-titik yang jauh akan berkurang sehingga titik-titik terdekat mempunyai bobot yang lebih besar [13]. Hasil dari interpolasi dengan IDW sangat dipengaruhi oleh nilai *power* (1,2,3,4, dst) dimana nilai *power* 1 menunjukkan hasil terbaik, semakin tinggi nilai *power* nya maka semakin mendekati metode *Nearest Near Point* (NNP) [3]. Penelitian ini menggunakan *power* 1 dengan radius pencarian 1000m (1 km), namun dari grafik pengaruh di Gambar 1 terlihat bahwa pada jarak >200m pengaruh yang diberikan sangat kecil.



Gambar 1. Bobot Pengaruh IDW Power 1

Adapun parameter yang diinterpolasi pada penelitian ini untuk perhitungan estimasi sumber daya adalah ketebalan batubara. Interpolasi dilakukan untuk menentukan ketebalan pada titik tengah poligon berukuran 200m x 200m terhadap titik bor berwarna merah seperti gambar 2.



Gambar 2. Poligon Interpolasi

Berdasarkan hasil interpolasi didapatkan sebaran ketebalan batubara seperti pada gambar 3. Tidak semua ketebalan tersebut dilakukan estimasi karena pada sisi *cropline* terdapat poligon yang tidak penuh dan pada sisi bawah hanya diestimasi dari S04 karena ketiadaan titik bor ikat untuk interpolasi. Poligon yang diestimasi disamakan dengan interpolasi *Ordinary Krigging* untuk mendapatkan perbandingan yang sebanding. Adapun untuk poligon yang diestimasi diberi tanda kuning seperti pada gambar 3.

Row	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	
S10																		3.4	10.0	14.1	15.6	
S09																11.1	6.6	10.2	16.4	16.6	16.4	
S08													11.5	13.5	14.5	14.9	15.4	17.0	17.0	17.1	16.8	
S07					11.1	9.0	6.8	13.2	12.6	12.6	12.9	13.0	12.9	14.5	14.7	14.8	14.9	16.2	17.0	17.2	17.8	17.3
S06			13.2	13.3	17.8	17.0	16.3	16.5	15.5	14.9	13.7	14.1	14.9	15.1	14.9	14.0	14.5	15.8	16.9	18.4	18.6	17.2
S05	17.1	18.1	18.1	18.2	17.2	17.6	16.6	15.7	15.4	13.7	13.7	14.8	14.9	13.9	12.7	13.7	15.5	16.9	18.0	18.3	17.2	
S04	17.1	17.5	17.4	17.4	17.2	17.2	16.8	16.0	15.5	14.5	14.3	14.9	14.7	13.8	13.2	13.9	15.3	16.7	17.4	17.5	16.9	
S03	16.8	16.7	17.1	17.0	16.9	16.9	16.6	16.1	15.6	15.1	14.9	15.0	14.8	14.3	14.0	14.4	15.3	16.3	16.9	17.0	16.5	
S02	16.8	16.8	16.8	16.7	16.7	16.6	16.4	16.1	15.7	15.5	15.3	15.2	15.1	14.8	14.7	15.0	15.5	16.0	16.4	16.5	16.3	
S01	16.7	16.7	16.7	16.6	16.5	16.4	16.3	16.1	15.9	15.8	15.7	15.6	15.5	15.4	15.4	15.5	15.7	15.9	16.1	16.1	16.1	

Gambar 3. Hasil Interpolasi Ketebalan dengan IDW

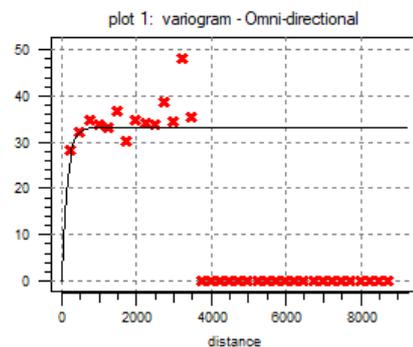
Row Label	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21
S10																				730,620	809,608
S09																			852,499	860,756	852,664
S08															755,076	775,314	802,136	883,136	883,251	890,655	871,681
S07													753,127	764,700	771,467	775,571	842,003	883,634	894,919	923,947	897,327
S06				926,438	883,044	845,814	856,599	806,283	775,523	714,495	734,624	776,371	784,156	775,421	726,661	756,037	824,076	877,324	958,517		
S05	887,778	940,938	940,040	947,152	896,090	914,910	863,767	816,581	800,978	713,076	714,517	770,610	775,760	721,673		714,895	804,176				
S04		908,478	904,759	903,794	894,365	895,880	875,728														
S03																					
S02																					
S01																					

Gambar 4. Hasil Estimasi Sumberdaya

Perhitungan estimasi sumber daya dilakukan dengan metode *Poligon Extended* dengan mengasumsikan ketebalan yang sama dalam satu poligon. Hasil dari estimasi sumberdaya sebesar 49.101.422 ton seperti pada Gambar 4.

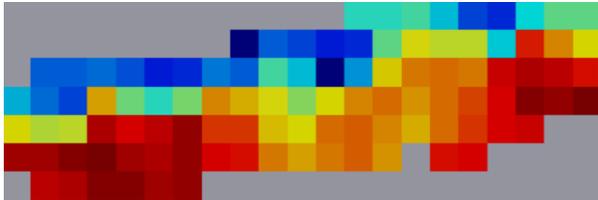
Estimasi Sumberdaya dengan Metode *Ordinary Kriging*

Estimasi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan parameter yang didapatkan hasil pembuatan antara semivariogram experimental dan model teoritis sebagai dasar perhitungan dengan model yang digunakan berupa spherical. Untuk menyusun semivariogram dalam penelitian ini menggunakan rumus *root mean square error (RMSE)*. Pada Gambar 5 dapat dilihat batas area pengaruh dari data yang dimiliki ± 1000 m.



Gambar 5. Variogram untuk arah omnidirectional

Estimasi dilakukan pada ketebalan batubara dengan beberapa parameter perhitungan disamakan dengan parameter IDW pada penelitian ini, yaitu menggunakan *grid* blok estimasi 200m x 200m (Gambar 6).



Gambar 6. Sebaran Interpolasi Ordinary Kriging

Setiap blok diestimasi berdasarkan pembobotan dari data-data di sekitarnya, dengan paling sedikit dua pasangan data lubang bor. Gambar 6 memberikan informasi mengetahui ketebalan batubara di setiap blok estimasi, dimana warna dari biru ke merah menggambarkan ketebalan batubara dari yang paling tipis ke paling tebal. Hasil estimasi ketebalan dapat dilihat pada Gambar 7.

Area dalam satu blok diasumsikan memiliki ketebalan yang sama. Hasil pengolahan dengan *Ordinary Kriging* ini didapatkan sumber daya pada daerah penelitian sebesar 47,521,660 ton seperti pada Gambar 8.

Variasi nilai estimasi OK terhadap IDW pada setiap *grid* blok ditunjukkan pada gambar 9. Hasil estimasi menunjukkan variasi rata-rata adalah 3% dengan IDW cenderung lebih besar terhadap OK. Variasi terbesar terlihat pada blok B20 dan B21 yang memang tidak mempunyai lubang bor. Ketika dua blok tersebut dikeluarkan dari perhitungan maka didapatkan hasil estimasi sumber daya metode IDW sebesar 42.264.163 ton dengan nilai variasi menurun menjadi hanya 1% terhadap Metode OK. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perbandingan Metode IDW dan OK pada lokasi yang mempunyai keterdapatan lubang bor sebagai titik ikat interpolasi menunjukkan variasi yang tidak terlalu signifikan sehingga dengan membandingkan nilai variasi dua metode tersebut maka perhitungan sumber daya menjadi cukup meyakinkan.

Row	Lal	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21
S10														7.7	7.8	8.5	6.3	3.8	3.2	6.9	8.9	8.9
S09									0.4	4.4	3.8	2.9	3.4	9.1	11.5	11.1	10.9	6.7	15.7	13.5	12.0	
S08			4.3	4.4	4.8	4.3	3.0	3.3	5.0	4.4	8.4	6.4	0.5	5.6	12.1	13.8	14.2	13.9	16.8	17.3	17.1	16.2
S07		6.1	4.7	3.8	13.0	9.2	7.7	9.7	13.6	12.7	11.6	10.0	11.9	13.6	14.1	13.4	14.2	14.9	16.4	18.1	17.9	18.4
S06		11.9	10.6	11.1	17.2	16.5	17.0	17.8	15.2	15.3	12.5	11.9	14.1	14.5	13.7	12.9	14.1	15.2	16.4	16.6		
S05		17.5	17.5	18.0	18.5	17.6	17.2	17.8	16.4	16.0	14.0	13.1	14.0	14.4	13.3		16.1	16.3				
S04			16.9	17.4	18.0	18.1	17.7	17.8														
S03																						
S02																						
S01																						

Gambar 7. Hasil Interpolasi Ketebalan dengan OK

Row	Label	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21
S10																					730,620	809,608
S09																				852,499	860,756	852,664
S08															755,076	775,314	802,136	883,136	883,251	890,655	871,681	
S07														753,127	764,700	771,467	775,571	842,003	883,634	894,919	923,947	897,327
S06					926,438	883,044	845,814	856,599	806,283	775,523	714,495	734,624	776,371	784,156	775,421	726,661	756,037	824,076	877,324	958,517		
S05		887,778	940,938	940,040	947,152	896,090	914,910	863,767	816,581	800,978	713,076	714,517	770,610	775,760	721,673		714,895	804,176				
S04			908,478	904,759	903,794	894,365	895,880	875,728														
S03																						
S02																						
S01																						

Gambar 8. Hasil estimasi sumberdaya

Row	La	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21
S10																					64%	57%
S09																				96%	81%	73%
S08															95%	96%	90%	99%	102%	100%	97%	
S07														94%	96%	90%	95%	92%	96%	105%	101%	107%
S06					97%	97%	104%	108%	98%	102%	91%	84%	94%	96%	92%	92%	97%	96%	97%	90%		
S05		102%	96%	100%	102%	102%	98%	107%	104%	104%	102%	96%	94%	97%	96%		117%	106%				
S04			97%	100%	104%	105%	103%	106%														
S03																						
S02																						
S01																						

Gambar 9. Variasi OK terhadap IDW



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan penaksiran sumberdaya batubara menggunakan Metode IDW sebesar 49.101.422 ton. Metode *Ordinary Kriging* menunjukkan hasil penaksiran sumber daya sebesar 47.521.660 ton. Nilai variasi dari setiap *grid* blok antara perhitungan dengan menggunakan Metode IDW dan *Ordinary Kriging* rata-rata 3%. Dengan data yang memadai terlihat bahwa antar metode penaksiran menunjukkan variasi yang tidak terlalu signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM. (2021). *Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara.
- [2] Sari, M., Cahyaningtyas, C., Prasetyo, Prasetyo, SYJ., (2021). Analisis Daerah Rawan Longsor di Kabupaten Brebes Memanfaatkan Citra Landsat 8 Dengan Metode Inverse Distance Weight (IDW), *Jurnal JIFOTECH* (Journal of Information Technology, 1(2), 1-6.
- [3] Purnomo, H., (2018). Aplikasi Metode Interpolasi Inverse Distance Weighting Dalam Penaksiran Sumberdaya Lateral Nikel (Studi Kasus Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi Tenggara), *Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi Angkasa X* (1), 1-12.
- [4] Oliver, MA., and Webster, R., (2015), *Basics Steps in Geostatistics: The Variogram and Kriging*. London : Springer Publisher.
- [5] Ramadhan, MS., Ilyas, A., Nur, I., Widodo, S., (2021). Perbandingan antara Metode Poligon, Inverse Distance Weighting, dan Ordinary Kriging pada Estimasi Sumberdaya Timah Aluvial dan Analisis Sebaran Endapannya, *Jurnal Geomine*, 9(3), 254-266.
- [6] Kurnianto, A., Setiahadwibowo, AP., Giamboro, WS., (2019). Estimasi Sumberdaya Batubara menggunakan Metode Nearest Neighbour Point, Inverse Distance Weighting, dan Kriging pada Daerah Muara Bungo, *Jurnal Geocelbes*, 3(2), 75-82.
- [7] Wahyuni, S., Supriyanto., Djayus., (2019). Estimasi Sebaran Kualitas Batubara (Ash Content) menggunakan Metode Invers Distance Weighted (IDW) dan Ordinary Kriging (OK) di PT. Kayan Putra Coal Site Separi, Kalimantan Timur, *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 2(1).
- [8] Revueltas, MB., (2018), *Mineral Resources from Exploration to Sustainability Assessment*. United Kingdom : Springer Nature.
- [9] Pramono, GH., (2008). Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi*, 22 (1), Juli 2008, 97-110.
- [10] Wackernagel, H., (2003), *Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications*. Fontainebleau: Kluwer Academic Publisher.
- [11] Bargawa, W.S., Purnomo, H., (2016), Performance Evaluation of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Methods for Nickel Laterite Resources Estimation, *International Conference on Science and Technology 2nd Geomarine Symposium*, 1-6.
- [12] Bardossy, A., (1997), *Introduction to Geostatistics*. Institute of Hydraulic Engineering. University of Stuttgart.
- [13] Faudzan, A., Suryani, S., Budiawati, T., (2015). Perbandingan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) dengan Metode Ordinary Kriging untuk Estimasi sebaran polusi udara di Bandung. *E-proceeding of Engineering*, (2), 6726.