ANALISIS MODEL VARIOGRAM PADA PENAKSIRAN KUALITAS ENDAPAN BATUBARA DENGAN METODE *ORDINARY KRIGING*

Muhammad Reza[1], Nurhakim[2], Yuniar Siska Novianti[3]
[1-3]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
e-mail: *[1]mreza557@gmail.com, [2] nurhakim@ulm.ac.id, [2]yuniar@ulm.ac.id

ABSTRAK

Hasil yang baik pada penentuan estimasi sangat berpengaruh pada model variogram yang terbentuk, sehingga perlu dilakukan analisis variografi guna pemilihan model yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan estimasi *Ordinary Kriging* dengan model variogram yang berbeda, yaitu model variogram spherical dan model variogram exponential. Estimasi dilakukan pada parameter kualitas batubara yaitu *Ash Content*, *Calorific Value* dan *Total Sulphur*. Perbandingan estimasi *Ordinary Kriging* menggunakan model variogram *spherical* dan model variogram *exponential* menghasilkan kesimpulan bahwa dari pengolahan model variogram dengan penggunaan arah N 190º E pada model variogram *spherical* dan *exponential* menghasilkan bentuk yang relatif mirip namum pada model variogram *exponential* menunjukan nilai *range* yang lebih besar dibandingkan dengan model variogram *spherical*. Jumlah nilai % error pada kasus ini menunjukan bahwa pada parameter *ash content* , *total sulphur* dan *calorific value* model variogram *exponential* yang lebih baik digunakan untuk estimasi dibandingkan menggunakan model variogram *spherical*.

Kata-kata kunci*: Ordinary Kriging*, model variogram, kualitas batubara

PENDAHULUAN

Permodelan endapan batubara menggunakan metode geostatistik semakin berkembang sampai saat ini khususnya pada endapan batubara. [1-8]. Parameter yang cukup memberikan dampak pada metode geostatistik adalah nilai variogramnya. Analisis yang baik pada penentuan nilai variogram sangat berpengaruh pada model batubara yang terbentuk (variography analysis). [9-11]. Model variogram yang umum digunakan untuk endapan batubara adalah model variogram *spherical* karna dilihat dari bentuk endapan batubara yang relatif *continuous*, tetapi tidak hanya memperhatikan bentuk endapan saja, parameter apa yang ingin diestimasi juga sangat berpengaruh pada penentuan model yang digunakan. Pada parameter kualitas batubara tidak hanya model *spherical* saja yang cocok digunakan untuk estimasi, tetapi model variogram *eksponential* juga cocok untuk kasus ini, dikarenakan kedua model ini diperuntukan untuk parameter yang memiliki sifat *linear* atau parameter yang memiliki sifat kecenderungan nilai estimasi yang lebih besar pada jarak yang jauh dari titik pengestimasi. [12]

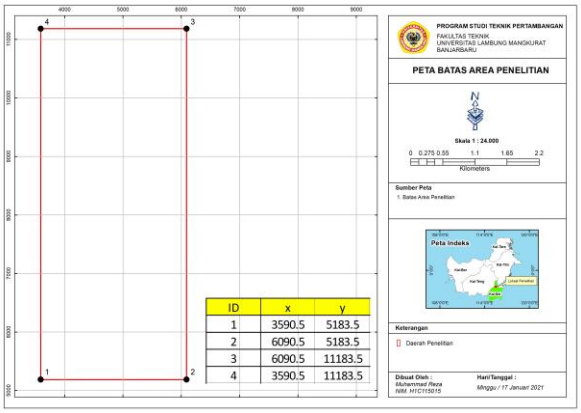
Oleh karna itu, penulis bermaksud untuk membandingkan nilai variogram dari estimasi *ordinary krigging* menggunakan dua model variogram diatas pada analisis variogram secara lateral (2D) di endapan batubara dengan estimasi data kualitas. Hal ini menarik dilakukan, karena kebanyakan analisis variogram pada endapan batubara hanya pada mode variogram *spherical* saja. [13]

METODOLOGI PENELITIAN

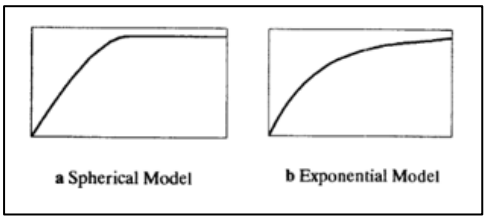
Pada penelitian dilakukan analisis statistik pada salah satu seam endapan batubara yang memiliki ketebalan $\approx$ 30 meter, dengan data per – 3 meter dalam 10 layer dan *fitting* variogram menggunakan model variogram *spherical* dan variogram *exponential* terhadap estimasi kualitas endapan batubara. [14] Perbandingan hasil dilakukan dengan membandingkan nilai absolute error pada model variogram *spherical* dan *exponential* .

Penelitian ini hanya menganalisis pada satu seam saja. estimasi dibatasi oleh area *rectangular* (Gambar-1.) Tidak ada perlakuan terhadap data *outlier*, model variogram yang digunakan model *spherical* dan *exponential* (Gambar-2.), analisis variogram dilakukan secara lateral (2D), estimasi menggunakan *Ordinary Kriging*, perbandingan

Validasi hanya dilakukan pada 4 titik serta kualitas batubara yang diestimasi adalah *Ash Content*, *Calorific Value* (CV) dan *Total Sulphur* (TS).



Gambar-1. Batas Area Penelitian



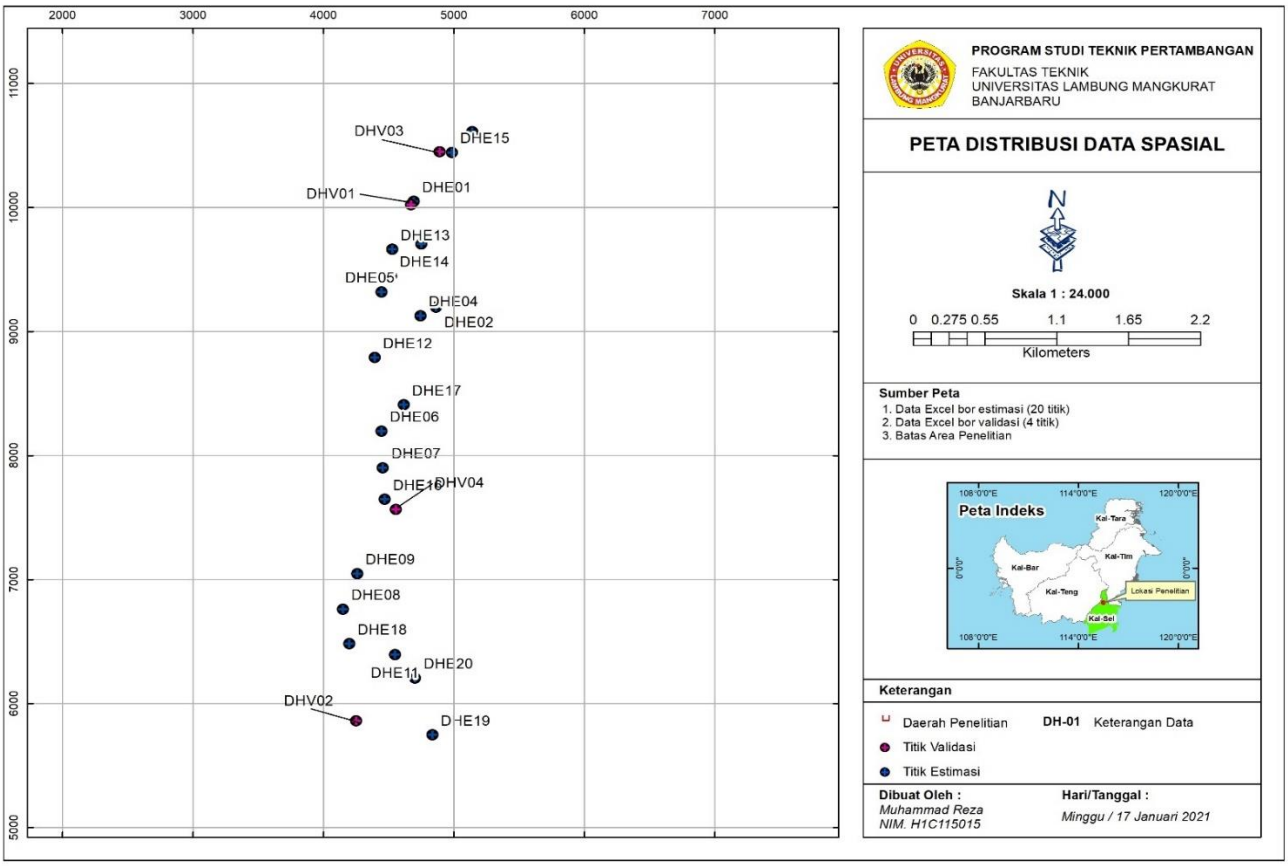
Gambar-2. Model Variogram

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Statistik Data

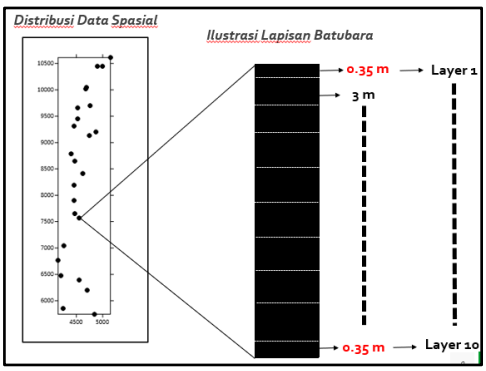
1. Exploratory Data Analysis (EDA)

Exploratory Data Analysis adalah pendekatan untuk menganalisis set data, untuk merangkum nilai statistik dari data yang ada. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data bor. Data bor merupakan data survey yang terdiri dari *easting*, *northng* serta data kualitas batubara pada setiap titik bor. Data bor terdiri dari total 24 titik bor dengan jumlah data sebanyak 239 data. Dimana 4 titik lainnya digunakan sebagai data validasi (Gambar-3.).



Gambar-3. Sebaran Titik Bor

Pada lapisan atas (*top*) dan bawah (*bottom*) batubara akan diambil sebesar 0.35 meter, dimana pada lapisan atas dan bawah ini dinamakan layer atas dan layer bawah. Sedangkan pengambilan sampel untuk dianalisis rata-rata akan diambil setiap 3 meter per lapisan batubara, sehingga pada pengolahannya data dibagi menjadi layer-layer yang mana satu layer mewakili 3 meter kedalaman sampel untuk dianalisis (Gambar-4.).



Gambar-4. Ilustrasi Layer-layer Kedalaman

2. Nilai Statistik Data

Analisis statistik dilakukan dengan statistik univariat dengan menggunakan nilai kualitas batubara yang terdiri dari 3 (tiga) macam parameter kualitas setiap layernya, kualitas batubara terdiri dari *Ash Content* (% adb), *calorific value* (kcal/kg adb) dan *Total Sulphur* (% adb) Adapun rekapitulasi nilai statistik dapat dilihat pada tabel-1.

B. Analisis Geostatistik Data

1. Variogram Eksperimental

Pada variogram eksperimental terdiri dari dua pengolahan yaitu pengolahan variogram eksperimental ke segala arah (omni-directional) dan variogram eksperimental dengan *direction* ke arah strike (N 190^o E) untuk setiap layer-layer yang dianalisis guna mengetahui nilai *variance* terkecil pada jarak tertentu di setiap arah pencariannya. Adapun nilai parameter eksperimental variogramnya dapat dilihat pada tabel-2.

Tabel-2. Nilai Parameter Eksperimental Variogram

Tipe Variogram	*Lag Tolerence*	*Num of Lags*	*Lag Separation*	*Direction*			
				Azimuth	*Dip*	*Tolerence*	*Bandwidth*
Omnidirectional	125	20	250	0	0	91	250
Directional	125	20	250	190	0	45	250

2. Model Variogram

Model variogram terdiri dari dua pengolahan yaitu pengolahan model variogram *spherical* dan *eksponential*. Dilihat dari eksperimental variogramnya menunjukan bahwa dengan ke arah strike (N 190^o E) pada jarak terdekat nilai variancenya lebih kecil sehingga untuk model variogramnya menggunakan directional ke arah *strike* (N 190^o E). Pembuatan model variogram dilakukan untuk mengetahui nilai *nugget effect*, *sill* dan *range*. Dimna rekapitulasinilai model variogram pada parameter *ash content*, *total sulphur* dan *calorific value* pada masing masing layer dapat dilihat pada tabel-3.

Tabel-1. Rekapitulasi Nilai Statistik pada Setiap Layer

Statistik		*Data Count*	*Mean*	*Variance*	*Maximum*	*Upper Quartile*	*Median*	*Lower Quartile*	*Minimum*
Ash Content (% adb)	Layer 1	20	3.48	10.6	13.3	3.5	2.2	1.5	0.6
	Layer 2	20	1.18	0.34	2.2	1.7	1	0.7	0.4
	Layer 3	20	0.98	0.16	1.6	1.3	1.1	0.5	0.3
	Layer 4	20	0.81	0.12	1.4	1.1	0.7	0.5	0.4
	Layer 5	20	0.81	0.11	1.3	1.1	0.9	0.5	0.4
	Layer 6	20	0.79	0.13	1.4	1.1	0.8	0.4	0.3
	Layer 7	20	1.56	8.57	13.8	1.2	0.9	0.5	0.3
	Layer 8	20	0.82	0.23	2.1	1	0.8	0.4	0.2
	Layer 9	20	0.7	0.11	1.3	1	0.8	0.4	0.2
	Layer 10	20	4.76	12.19	12.1	7.6	3.4	1.5	0.5
Calorific Value (Kcal/kg adb)	Layer 1	20	5906.95	103209	6478	6128	5901	5675	5224
	Layer 2	20	6048.1	51725.5	6425	6177	6064	5852	5506
	Layer 3	20	6044.1	52748.4	6463	6141	6003	5923	5574
	Layer 4	20	6031.35	35432.8	6326	6151	6011	5955	5513
	Layer 5	20	6050.45	41014.9	6428	6142	6024	5931	5585
	Layer 6	20	6058.75	42818.84	6439	6139	6054	5913	5654
	Layer 7	20	5989.25	84588.7	6453	6141	5955	5888	5158
	Layer 8	20	6045.55	40122.5	6368	6206	5997	5931	5675
	Layer 9	20	6064.35	31693.6	6346	6183	6056	5940	5715
	Layer 10	20	5942.95	122895	6348	6173	5939	5793	5068
Total Sulphur (% adb)	Layer 1	20	0.21	0.01	0.49	0.28	0.15	0.12	0.09
	Layer 2	20	0.14	0.004	0.32	0.14	0.12	0.1	0.08
	Layer 3	20	0.11	0.001	0.29	0.11	0.1	0.09	0.08
	Layer 4	20	0.11	0.002	0.29	0.11	0.09	0.09	0.08
	Layer 5	20	0.09	0.00005	0.16	0.1	0.1	0.08	0.07
	Layer 6	20	0.12	0.007	0.47	0.1	0.09	0.09	0.07
	Layer 7	20	0.09	0.001	0.26	0.1	0.09	0.08	0.07
	Layer 8	20	0.09	0.0005	0.18	0.1	0.09	0.08	0.07
	Layer 9	20	0.1	0.001	0.23	0.1	0.09	0.09	0.07
	Layer 10	20	0.18	0.006	0.34	0.23	0.17	0.11	0.09

Tabel-3. Rekapitulasi Nilai Parameter Model Variogram

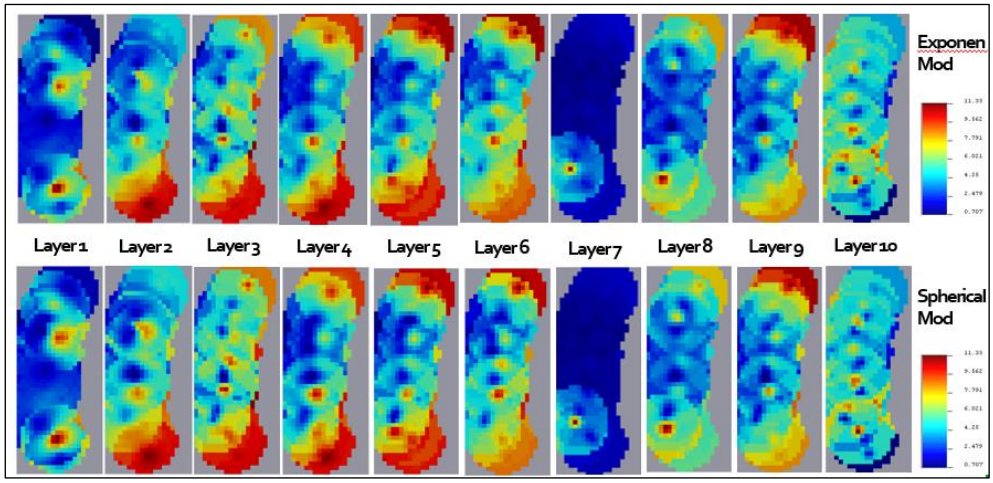
Parameter	Model Variogram *N 190 E*							
	Layer 1							
	Nugget Effect	*Sill*	*Range*	*Type*	*Nugget Effect*	*Sill*	*Range*	*Type*
Ash Content	0	10.6	1000	*Spherical*	0	10.6	1350	*Eksponential*
Calorific Value	0	103209	450		0	103209	600	
Total Sulphur	0.005	0.009	700		0.005	0.009	750	
	Layer 2							
Ash Content	0	0.32	700	*Spherical*	0	0.32	800	*Eksponential*
Calorific Value	0	53800	500		0	53800	550	
Total Sulphur	0	0.004	750		0	0.004	900	
	Layer 3							
Ash Content	0	0.16	350	*Spherical*	0	0.16	450	*Eksponential*
Calorific Value	0	49748	300		0	49748	400	
Total Sulphur	0	0.0028	450		0	0.0028	550	
	Layer 4							
Ash Content	0	0.11	600	*Spherical*	0	0.11	700	*Eksponential*
Calorific Value	0	35432	250		0	35432	350	
Total Sulphur	0	0.002	250		0	0.002	450	
	Layer 5							
Ash Content	0	0.11	450	*Spherical*	0	0.11	550	*Eksponential*
Calorific Value	0	41014	250		0	42514	300	
Total Sulphur	0	0.0005	300		0	0.0005	400	
	Layer 6							
Ash Content	0	0.13	450	*Spherical*	0	0.13	500	*Eksponential*
Calorific Value	0	51818	250		0	51818	300	
Total Sulphur	0	0.007	300		0	0.007	400	
	Layer 7							
Ash Content	0	11.87	300	*Spherical*	0	11.87	400	*Eksponential*
Calorific Value	0	84588	300		0	85588	350	
Total Sulphur	0	0.0024	250		0	0.0024	350	
	Layer 8							
Ash Content	0	0.25	450	*Spherical*	0	0.27	550	*Eksponential*
Calorific Value	0	40122	250		0	40122	400	
Total Sulphur	0	0.00065	250		0	0.00065	300	
	Layer 9							
Ash Content	0	0.11	350	*Spherical*	0	0.12	500	*Eksponential*
Calorific Value	0	35993	700		0	37993	900	
Total Sulphur	0	0.001	300		0	0.001	400	
	Layer 10							
Ash Content	0	12.19	300	*Spherical*	0	12.19	400	*Eksponential*
Calorific Value	0	112895	250		0	112895	350	
Total Sulphur	0	0.006	350		0	0.006	450	

Penggunaan Strike directional (N 190^o E) pada kedua model variogram yaitu model *spherical* dan *Exponential* menghasilkan bentuk yang mirip namun model yang dihasilkan cukup berbeda. Pada saat penggunaan dua model tersebut pada parameter *calorific value*, *total sulphur* dan *ash content* menghasilkan range yang berbeda. Pada

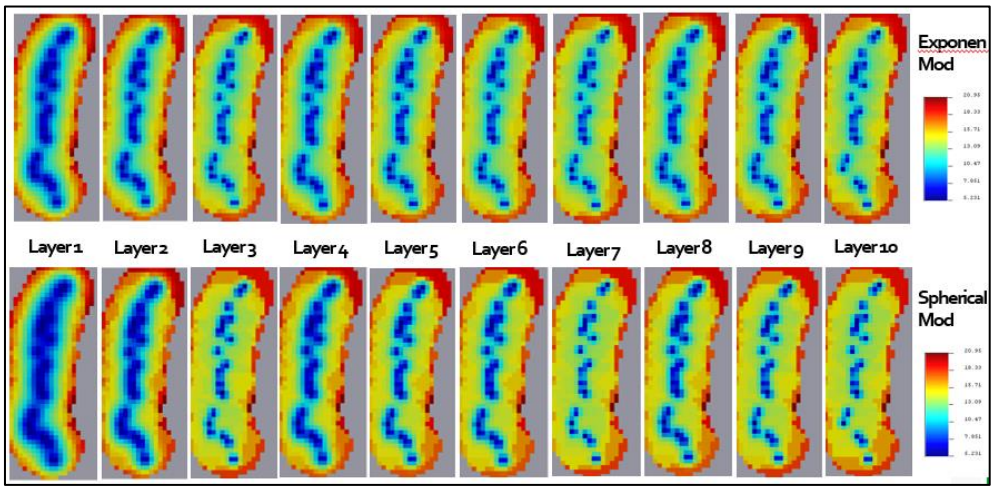
model variogram *spherical* memiliki *range* lebih kecil dibandingkan dengan *range* pada model variogram *exponential*.

3. Estimasi *Ordinary Kriging*

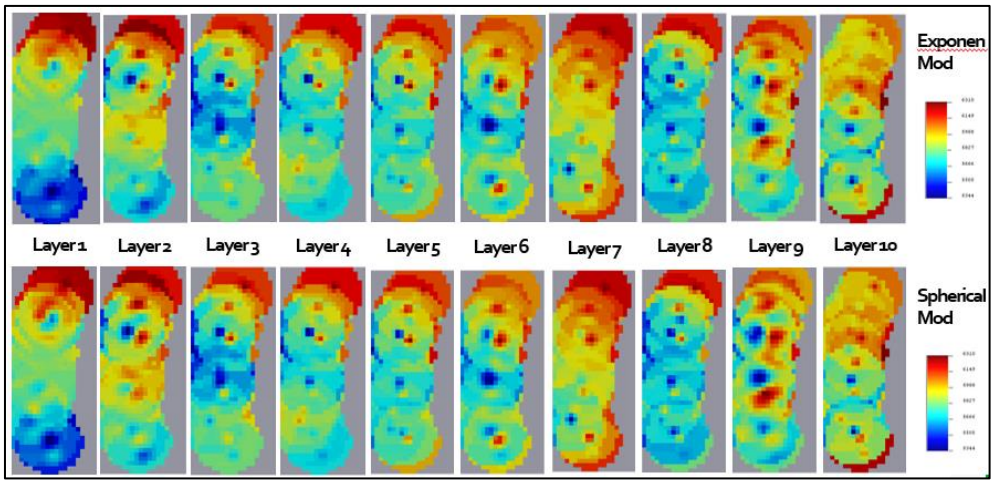
Pengestimasian *ordinary kriging* menggunakan nilai-nilai parameter yang dihasilkan dari pengolahan model variogram *spherical* dan *eksponential* pada arah *strike* (N 190º E). Gambar sebaran hasil estimasi terhadap parameter *ash content*, *total sulphur* dan *calorific value* pada setiap layernya menggunakan estimasi *ordinary kriging* dapat dilihat pada gambar 5. – gambar 10. Pada layer 7 pada parameter *ash content* dan *calorific value* di gambar-5. dan gambar7. Menunjukan nilai yang berbeda dari layer lainnya yang tidak berada di *roof* (layer 1) dan *floor* (layer 2) hal ini ditunjukan juga dengan nilai *variance* yang besar pada layer tersebut (tabel-1.)



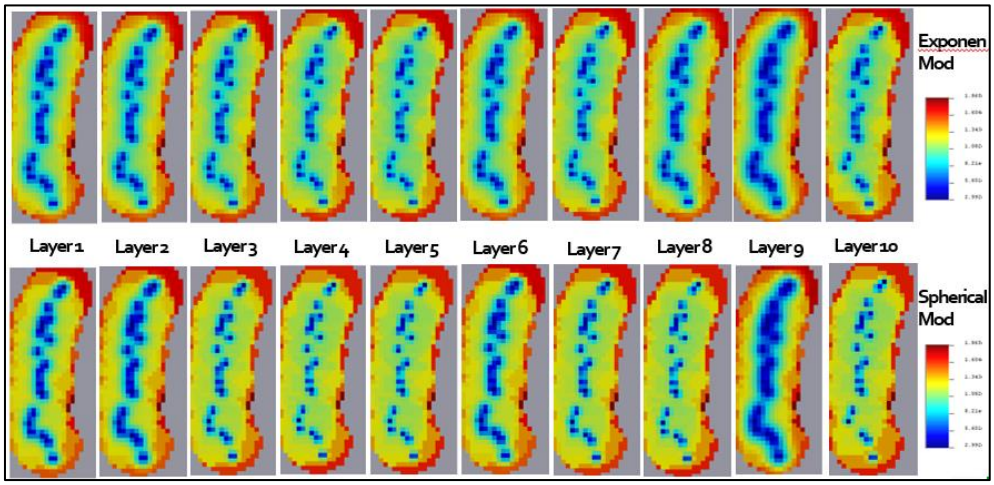
Gambar-5. Hasil Estimasi *Ordinary Kriging (OK)* pada *Ash Content*



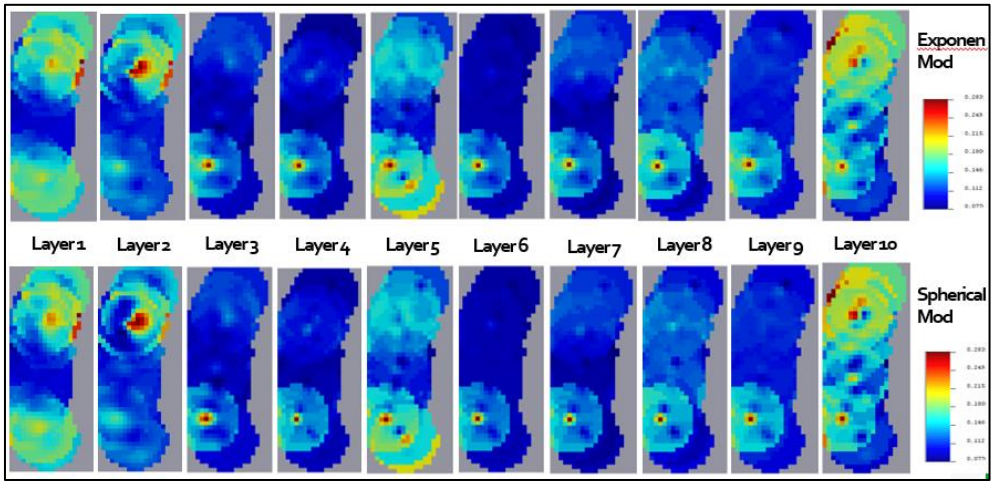
Gambar-6. Hasil *Variance* Estimasi *OK* pada *Ash Content*



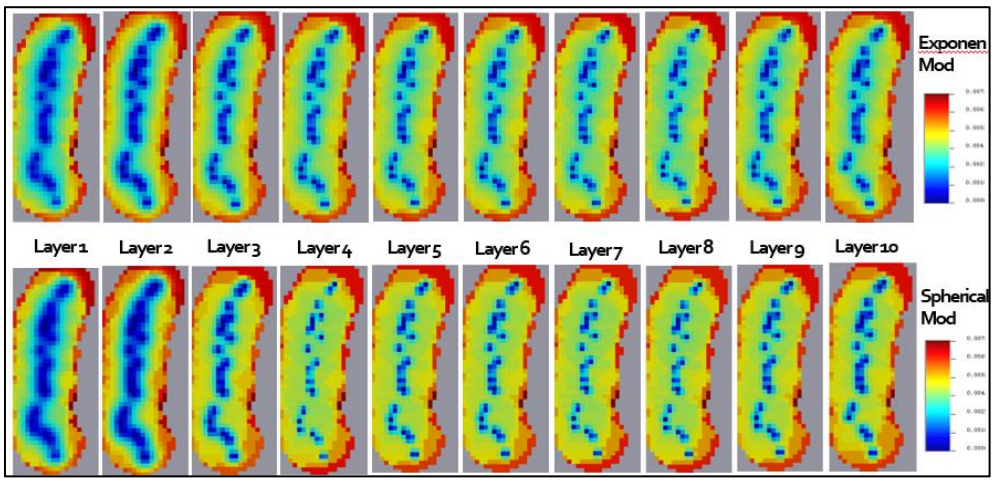
Gambar-7. Hasil Estimasi *Ordinary Kriging (OK)* pada *Calorific Value*



Gambar-8. Hasil *Variance* Estimasi *OK* pada *Calorific Value*



Gambar-9. Hasil Estimasi *Ordinary Kriging (OK)* pada *Total Sulphur*



Gambar-10. Hasil *Variance* Estimasi *OK* pada *Total Sulphur*

4. Perbandingan Nilai % Error

Pada penentuan penggunaan model variogram mana yang lebih baik, digunakan pembanding yaitu nilai % error terhadap nilai sebenarnya dan nilai estimasinya. Dari perbandingan % error terhadap nilai estimasi dan nilai sebenarnya pada masing-masing parameter pada setiap layernya didapatkan rekapitulasi perhitungan yang dapat dilihat pada tabel-4 – tabel-6.

Tabel-4. Rekapitulasi Nilai % Error pada *Ash Content*

Ash Content											
Layer 1						Layer 6					
Hole Name	Nilai Sebenarnya (% adb)	Spherical Model		Eksponential Model		Hole Name	Nilai Sebenarnya (% adb)	Spherical Model		Eksponential Model	
		Nilai Estimasi (% adb)	% Error	Nilai Estimasi (% adb)	% Error			Nilai Estimasi (% adb)	% Error	Nilai Estimasi (% adb)	% Error
DHV02	4.02	4.58	14.00	4.47	11.14	DHV02	4	4.58	14.57	4.47	11.69
DHV04	5.3	8.57	61.76	7.59	43.23	DHV04	7.9	8.57	8.53	7.59	(3.91)
DHV01	5.8	6.29	8.42	6.21	7.06	DHV01	5.8	6.29	8.42	6.21	7.06
DHV03	2	2.07	3.56	2.07	3.32	DHV03	1.9	2.07	9.01	2.07	8.76
Layer 2						Layer 7					
DHV02	1.5	1.66	10.35	1.68	12.31	DHV02	3.5	3.95	12.79	3.83	9.47
DHV04	1.7	1.60	(5.71)	1.38	(18.68)	DHV04	0.8	0.74	(7.61)	0.74	(6.97)
DHV01	0.7	0.67	(4.83)	0.72	2.79	DHV01	0.7	0.74	5.25	0.73	3.89
DHV03	0.8	0.90	12.40	0.90	12.71	DHV03	1.2	1.10	(8.03)	1.12	(6.78)
Layer 3						Layer 8					
DHV02	1.1	1.14	3.50	1.15	4.65	DHV02	0.9	1.09	21.40	1.10	22.31
DHV04	0.9	1.00	11.10	1.01	12.17	DHV04	0.8	0.73	(9.25)	0.70	(12.42)
DHV01	0.6	0.64	6.39	0.67	11.23	DHV01	0.5	0.46	(8.54)	0.51	2.27
DHV03	0.8	0.96	20.53	0.99	23.45	DHV03	0.9	1.13	25.20	1.12	24.31
Layer 4						Layer 9					
DHV02	0.9	1.00	11.24	1.02	13.58	DHV02	0.8	0.78	(2.58)	0.80	(0.51)
DHV04	0.89	0.87	(2.65)	0.79	(11.38)	DHV04	0.9	0.73	(19.15)	0.73	(18.64)
DHV01	0.8	0.74	(7.78)	0.76	(4.91)	DHV01	0.9	0.85	(5.22)	0.83	(7.67)
DHV03	1	1.18	18.31	1.14	13.96	DHV03	0.8	0.99	24.15	1.02	27.65
Layer 5						Layer 10					
DHV02	0.15	0.14	(9.33)	0.13	(10.56)	DHV02	3.7	3.83	3.39	3.70	0.10
DHV04	0.11	0.10	(7.13)	0.10	(9.41)	DHV04	4.5	4.48	(0.34)	4.37	(2.90)
DHV01	0.12	0.10	(19.87)	0.10	(20.78)	DHV01	5.8	5.97	2.94	5.82	0.28
DHV03	0.09	0.10	8.14	0.10	7.38	DHV03	3.8	4.12	8.47	4.19	10.37

Pada tabel-4. adalah rekapitulasi perbandingan nilai % error pada parameter *ash content* setiap layernya. warna merah menunjukan nilai yang lebih kecil nilai errornya. Pada parameter ash content terlihat bahwa model variogram exponential menunjukan total warna merah lebih banyak yaitu 22, dibandingkan pada model variogram spherical yang hanya 18 saja, sehingga hal ini menunjukan bahwa pada parameter ash content model variogram exponential lebih baik digunakan untuk estimasi dibandingkan model variogram spherical

Tabel-5. Rekapitulasi Nilai % Error pada *Total Sulphur*

Total Sulphur (TS)											
Layer 1						Layer 6					
Hole Name	Nilai Sebenarnya (% adb)	Spherical Model		Eksponential Model		Hole Name	Nilai Sebenarnya (% adb)	Spherical Model		Eksponential Model	
		Nilai Estimasi (% adb)	% Error	Nilai Estimasi (% adb)	% Error			Nilai Estimasi (% adb)	% Error	Nilai Estimasi (% adb)	% Error
DHV02	0.22	0.27	21.62	0.27	22.37	DHV02	0.24	0.27	11.48	0.27	12.18
DHV04	0.24	0.26	10.09	0.24	1.73	DHV04	0.23	0.26	14.88	0.24	6.15
DHV01	0.2	0.22	12.21	0.23	15.53	DHV01	0.23	0.22	(2.42)	0.23	0.46
DHV03	0.27	0.29	8.92	0.29	7.86	DHV03	0.3	0.29	(1.97)	0.29	(2.92)
Layer 2						Layer 7					
DHV02	0.12	0.13	11.82	0.13	11.23	DHV02	0.09	0.12	33.36	0.12	32.92
DHV04	0.18	0.20	10.96	0.18	(1.39)	DHV04	0.1	0.09	(5.96)	0.09	(7.79)
DHV01	0.1	0.12	24.99	0.13	34.79	DHV01	0.13	0.11	(18.58)	0.11	(18.86)
DHV03	0.2	0.17	(13.21)	0.17	(14.94)	DHV03	0.09	0.10	15.73	0.10	14.89
Layer 3						Layer 8					
DHV02	0.1	0.14	40.50	0.14	36.49	DHV02	0.08	0.10	30.02	0.10	29.96
DHV04	0.1	0.10	0.05	0.10	2.24	DHV04	0.09	0.09	1.88	0.09	1.70
DHV01	0.15	0.13	(15.83)	0.12	(16.92)	DHV01	0.13	0.09	(29.68)	0.09	(29.44)
DHV03	0.12	0.11	(6.06)	0.11	(5.60)	DHV03	0.09	0.09	4.63	0.09	3.28
Layer 4						Layer 9					
DHV02	0.15	0.14	(9.33)	0.13	(10.56)	DHV02	0.09	0.12	36.15	0.12	34.63
DHV04	0.12	0.10	(14.87)	0.10	(16.96)	DHV04	0.09	0.09	4.14	0.09	3.91
DHV01	0.11	0.10	(12.58)	0.10	(13.57)	DHV01	0.13	0.09	(29.43)	0.09	(28.97)
DHV03	0.09	0.10	8.14	0.10	7.38	DHV03	0.09	0.10	13.64	0.10	11.06
Layer 5						Layer 10					
DHV02	0.15	0.14	(9.33)	0.13	(10.56)	DHV02	0.2	0.19	(4.51)	0.19	(4.98)
DHV04	0.11	0.10	(7.13)	0.10	(9.41)	DHV04	0.19	0.21	11.14	0.21	8.59
DHV01	0.12	0.10	(19.87)	0.10	(20.78)	DHV01	0.23	0.26	10.88	0.25	9.87
DHV03	0.09	0.10	8.14	0.10	7.38	DHV03	0.19	0.22	14.29	0.22	14.16

Pada tabel-5. adalah rekapitulasi perbandingan nilai % error pada parameter *total sulphur* setiap layernya. warna merah menunjukan nilai yang lebih kecil nilai errornya. Pada parameter *total sulphur* terlihat bahwa model variogram *exponential* menunjukan jumlah warna merah lebih banyak yaitu 23, dibandingkan pada model variogram *spherical* yang hanya 17 saja, sehingga hal ini menunjukan bahwa pada parameter total sulphur model variogram *exponential* lebih baik digunakan untuk estimasi dibandingkan model variogram *spherical*.

Tabel-6. Rekapitulasi Nilai % Error pada *Calorific Value*

Calorific Value (CV)											
Layer 1						Layer 6					
Hole Name	Nilai Sebenarnya (Kcal/kg adb)	Spherical Model		Eksponential Model		Hole Name	Nilai Sebenarnya (Kcal/kg adb)	Spherical Model		Eksponential Model	
		Nilai Estimasi (kcal/kg adb)	% Error	Nilai Estimasi (kcal/kg adb)	% Error			Nilai Estimasi (kcal/kg adb)	% Error	Nilai Estimasi (kcal/kg adb)	% Error
DHV02	5585	5605.39	0.37	5604.02	0.34	DHV02	5894	5605.39	(4.90)	5604.02	(4.92)
DHV04	6152	6043.08	(1.77)	6000.81	(2.46)	DHV04	6145	6043.08	(1.66)	6000.81	(2.35)
DHV01	5763	6249.16	8.44	6225.22	8.02	DHV01	5893	6249.16	6.04	6225.22	5.64
DHV03	6316	6291.89	(0.38)	6303.62	(0.20)	DHV03	6386	6291.89	(1.47)	6303.62	(1.29)
Layer 2						Layer 7					
DHV02	5981	5943.82	(0.62)	5945.75	(0.59)	DHV02	5934	5829.85	(1.76)	5836.99	(1.63)
DHV04	6088	6229.84	2.33	6147.57	0.98	DHV04	6260	6105.83	(2.46)	6111.60	(2.37)
DHV01	5686	6317.67	11.11	6290.64	10.63	DHV01	5898	6222.59	5.50	6198.59	5.10
DHV03	6399	6198.07	(3.14)	6207.20	(3.00)	DHV03	6398	6139.36	(4.04)	6153.93	(3.81)
Layer 3						Layer 8					
DHV02	5930	6027.04	1.64	6025.85	1.62	DHV02	6175	5976.78	(3.21)	5981.43	(3.13)
DHV04	6217	6120.43	(1.55)	6142.03	(1.21)	DHV04	6290	6063.67	(3.60)	6134.41	(2.47)
DHV01	5657	6264.74	10.74	6245.37	10.40	DHV01	5989	6236.06	4.13	6233.72	4.09
DHV03	6432	6159.00	(4.24)	6179.41	(3.93)	DHV03	6298	6148.64	(2.37)	6179.66	(1.88)
Layer 4						Layer 9					
DHV02	5930	6000.02	1.18	5998.74	1.16	DHV02	6175	6008.10	(2.70)	6005.60	(2.74)
DHV04	6217	6056.77	(2.58)	6084.25	(2.14)	DHV04	6290	6256.02	(0.54)	6199.67	(1.44)
DHV01	5657	6171.33	9.09	6164.35	8.97	DHV01	5989	6248.65	4.34	6224.31	3.93
DHV03	6432	6152.84	(4.34)	6162.76	(4.19)	DHV03	6298	6121.66	(2.80)	6128.00	(2.70)
Layer 5						Layer 10					
DHV02	5933	6000.02	1.13	5998.74	1.11	DHV02	6061	5910.67	(2.48)	5922.58	(2.28)
DHV04	6054	6056.77	0.05	6084.25	0.50	DHV04	6558	6054.51	(7.68)	6090.76	(7.12)
DHV01	6291	6171.33	(1.90)	6164.35	(2.01)	DHV01	5981	5908.54	(1.21)	5914.29	(1.12)
DHV03	6335	6152.84	(2.88)	6162.76	(2.72)	DHV03	6251	5952.29	(4.78)	5961.48	(4.63)

Pada tabel-6. adalah rekapitulasi perbandingan nilai % error pada parameter *calorific value* setiap layernya. warna merah menunjukan nilai yang lebih kecil nilai errornya. Pada parameter *calorific value* terlihat bahwa model variogram *exponential* menunjukan jumlah warna merah lebih banyak yaitu 32 , dibandingkan pada model variogram *spherical* yang hanya 8 saja, sehingga hal ini menunjukan bahwa pada parameter *calorific value* model variogram *exponential* lebih baik digunakan untuk estimasi dibandingkan model variogram *spherical*

KESIMPULAN

Adapaun kesimpulan yang didapat pada penelitian kali ini adalah penggunaan arah N 190^{o} E pada model variogram *spherical* dan *exponential* menghasilkan bentuk yang relatif mirip namum pada model variogram *exponential* menunjukan nilai *range* yang lebih besar dibandingkan dengan model variogram *spherical*. Jumlah nilai % error menunjukan bahwa pada parameter *ash content*, *total sulphur* dan *calorific value* model variogram *exponential* yang baik digunakan untuk estimasi.

SARAN

Saran yang dapat berikan sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini tidak dilakukan perlakukan terhadap data *outlier*, untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memperhatikan keberadaan data *outlier* (pencilan).
2. Dalam penelitian Model variogram diketahui dengan bantuan *software* SGemS, untuk itu terdapat peluang untuk melakukan penelitian menggunakan bantuan sofware Geostatistik lain, dan selanjutnya dapat dilakukan komparasi antara beberapa model variogram yang dihasilkan berbagai *software*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hohn, M. E. and J. Q. Britton, 2013,A geostatistical case study in West Virginia: All coals are not the same,International Journal of Coal Geology, 112: p. 125–133..

[2] Igúzquiza E.P., P.A. Dowd, J.M. Baltuille, and M. Chica-Olmo,2013,Geostatistical modelling of a coal seam for resource risk assessment,International Journal of Coal Geology, 112: p. 134–140.

[3] Nowak, M and O. Leuangthong, 2016, Conditional Bias in Kriging: Let's Keep It, Geostatistics Valencia 2016, Quantitative Geology and Geostatistics 19. p.303–318

[4] Olea, R.A., J.A. Luppens, J.J. Egozcue, V.P. Glahn,2016,Calorific value and compositional ultimate analysis with a case study of a Texas lignite,International Journal of Coal Geology, 162: p. 27-33.

[5] Olea, R.A. andJ.A. Luppens, 2015, Mapping of coal quality using stochastic simulation and isometric logratio transformation with an application to a Texas lignite,International Journal of Coal Geology, 152 Part B: p. 80-93.

[6] Siddiqui, F.I., 2015, Lignite resource estimations and seam modeling of Thar Field, Pakistan, International Journal of Coal Geology, 140: p. 84-96.

[7] Srivastava, M., 2013,Geostatistics: A toolkit for data analysis, spatial prediction and risk management in the coal industry, International Journal of Coal Geology, 112: p. 2–13

[8] Tercan, A.E., and B. Sohrabian,2013, Multivariate geostatistical simulation of coal quality data by independent components,International Journal of Coal Geology,112: p. 53–66.

[9] Deutsch, C.V. and Wilde, B. J., 2013,Modeling multiple coal seams using signed distance functions and global kriging. International Journal of Coal Geology, 112: p. 87–93.

[10] Heriawan, M.N. and K. Koike, 2008a,Identifying spatial heterogeneity of coal resource quality in a multilayer coal deposit by multivariate

geostatistics,International Journal of Coal Geology, 73: p. 307–330.

[11] Heriawan, M.N. and K. Koike, 2008b,Uncertainty Assessment of Coal Tonnage by Spatial Modeling of Seam Distribution and Coal Quality, International Journal of Coal Geology, 76: p. 217–226.

[12] Armstrong, M. 1998, Basic Linear Geostatistics, Springer-Verlag. Berlin. 154

[13] Wulandari, V., Hakim, N.R., Fikri, H.N., 2020. Analisis Variography pada Estimasi Ordinary Kriging Endapan Batubara Di Kecamatan Murung Pudak Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan . Jurnal Geomine, 8(2): 104-113.

[13] Remy, N., A. Boucher, and J. Wu, 2009, Applied Geostatistics with SGeMS A User's Guide, NewYork: Cambridge University Press. 253 pages.