ANALISIS NILAI KALORI ENDAPAN BATUBARA UNTUK PENINGKATAN NILAI KEPERCAYAAN HASIL ESTIMASI MENGGUNAKAN METODE GEOSTATISTIK

Hafidz Noor Fikri[1*], Nurhakim[1], Dwi Martiwi[1], Ria Rizky Khairunnisa[1]
[1]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
*email: hafidz@ulm.ac.id

ABSTRAK

Analisis kualitas batubara pada kegiatan pertambangan batubara semakin memegang peranan penting mengingat bertambah selektifnya penggunaan batubara pada industri hilirnya. Nilai kalori menjadi salah satu parameter penting pada saat batubara dipasarkan sebagai produk bahan bakar. Penggunaan 41 – 49 data expose batubara sejumlah 5 seam diharapkan cukup dalam estimasi geostatistik menggunakan metode *Ordinary Cross Kriging* dan simulasi *Gaussian Sequential*. Estimasi nilai kalor COK dianggap mampu mengurangi *smoothing effect* dibandingkan dengan estimasi OK dan hasil perbandingan estimasi OK dengan SGS menunjukkan bahwa fluktuasi lokal pada distribusi spasial terlihat lebih baik saat SGS dilakukan.

Keywords: Geostatistik; Kualitas Batubara; *Cross Ordinary Kriging*; *Simulation Gaussian Sequential*

PENDAHULUAN

Semakin selektifnya industri hilir pengguna bahan bakar batubara membuat nilai kualitas batubara menjadi semakin penting untuk diketahui nilainya. Nilai kalori merupakan energi yang dihasilkan oleh batubara ketika dibakar sehingga kedua parameter ini penting diketahui nilainya dengan lebih detail. Selain nilai kalori, nilai abu, nilai lengas total, zat terbang, ukuran butir, dan hardgrove grindability index juga patut diketahui namun saat ini dibatasi pada paremeter nilai kalori saja.

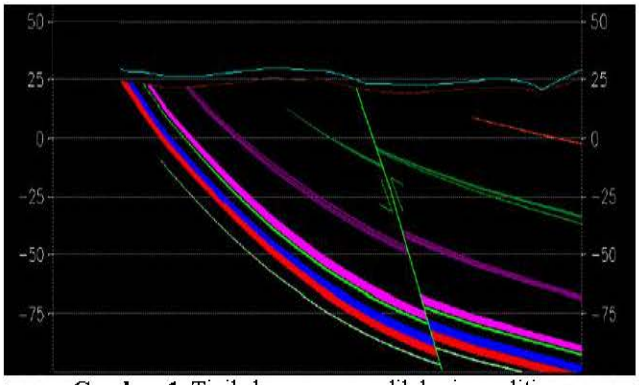
METODOLOGI DAN DATA

Penggunaan data *expose* batubara sebagai data dasar merupakan data batubara yang terlihat hasil kegiatan penambangan. Data yang digunakan merupakan 5 seam utama (seam A6, A7, AB1, AB2, dan AB3B). Gambar 1 ialah model perlapisan pada data expose yang digunakan.

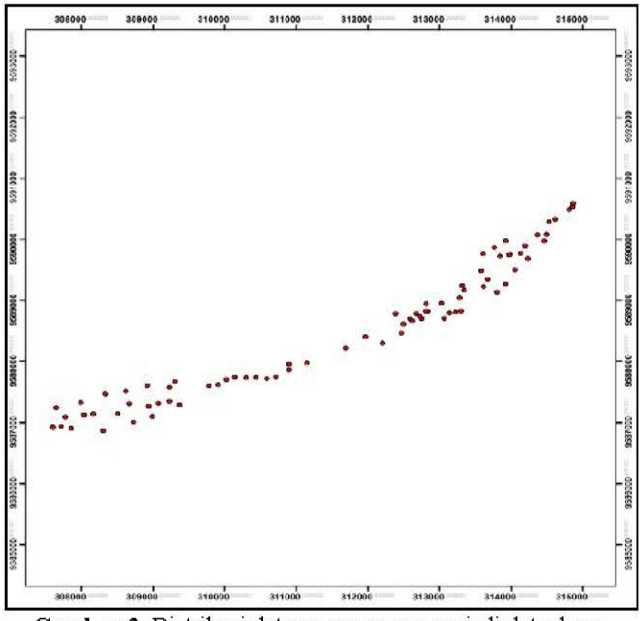
Lokasi penelitian berada pada wilayah administratif Kecamatan Satui, Kabupaten Tanah Bumbu, Propinsi Kalimantan selatan yang bisa dicapai selama kurang lebih 4 jam menggunakan kendaraan roda 2 atau roda 4.

Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terdapat pada Cekungan Asam – Asam. Sedimentasi Cekungan Asam – Asam merupakan suatu daur lengkap sedimentasi yang terdiri dari seri transgresi dan regresi. Fase transgresi terjadi pada kala Eosen – Miosen Awal dan disertai dengan pengendapan Formasi Tanjung dan Berai, sedangkan fase regresi berlangsung pada kala Miosen Tengah hingga Pliosen bersamaan dengan diendapkannya Formasi Warukin dan Dahor [1]. Batubara penelitian ini terdapat pada Formasi Tanjung, Formasi Tanjung diendapkan secara tidak selaras di atas batuan pra–Tersier Formasi ini dibagi menjadi dua anggota, dari tua ke muda yaitu: a. Tanjung Bawah, terdiri dari konglomerat, batupasir, batubara sebagai hasil endapan pantai–paralik; b. Tanjung Atas, terdiri dari batulempung, napal, dan batugamping fosilan yang merupakan endapan laut dangkal. Formasi Tanjung berumur Eosen. Formasi Tanjung mempunyai ketebalan 1300 m dengan lingkungan pengendapan paralik – delta – laut dangkal. Formasi Tanjung pertama kali ditemukan di kampung Tanjung, penyebarannya meliputi daerah Kambitu, Tanjung, Panaan dan Manunggal di daerah Tanjung Raya. Fosil penunjuk Formasi Tanjung adalah *Discocyclina sp*, *Nummulites djogjakartae*, *Nummulites pengaronensis* dan *Sigmoilina personata* [2]. Gambar-2 memperlihatkan kondisi geologi regional di daerah penelitian.



Gambar-1. Tipikal penampang dilokasi penelitian.



Gambar-2. Distribusi data expose yang menjadi data dasar penelitian. Satu titik mewakili hampir seluruh seam yang menjadi data penelitian

Statistik Data

Data yang dimiliki terdiri dari 5 seam batubara, detail data bisa dilihat pada tabel-1. Nilai Kalori pada seam A

Tabel-1 Statistik Dasar Data Nilai Kalor di Daerah Penelitian

Nilai	Pada *Seam*				
	A6	A7	AB1	AB2	AB3B
Count	41	35	41	43	49
Minimal	6277	4541	6388	6388	6975
Maksimal	7016	6524	6981	6981	7244
Rata – rata	6699	6026	6726	6726	7136
Varians	39465	284723	19420	7066	6863

Ordinary Cross Kriging

Estimasi Ordinary Cross Kriging (COK) adalah kombinasi linier pembobotan data dari berbagai varibel yang berada di titik sampel sekitar titik yang diestimasi [3]. Cross variogram yang digunakan ialah variogram experimental secara omni-directional dan modelnya adalah model sferis. Nilai parameter pada saat pembuatan variogram experimental adalah nilai lag tolerance 100 dan nilai lag separation sebesar 100. Sebelum dilakukan estimasi COK, dilakukan estimasi Ordinary Kriging (OK) terhadap parameter yang ada. Tabel 2 memperlihatkan nilai model variogram yang terbentuk dalam masing – masing parameter yang ada. Model variogram COK diperlihatkan oleh tabel 3, yang mana parameter yang di *cross*-kan adalah Nilai Kalor dengan parameter lain yang dianggap berkorelasi baik. Seam batubara yang dianggap berkolerasi baik hanya terdapat pada Seam A6, A7, dan AB3B sehingga hanya 3 seam tersebut yang dilakukan estimasi COK.

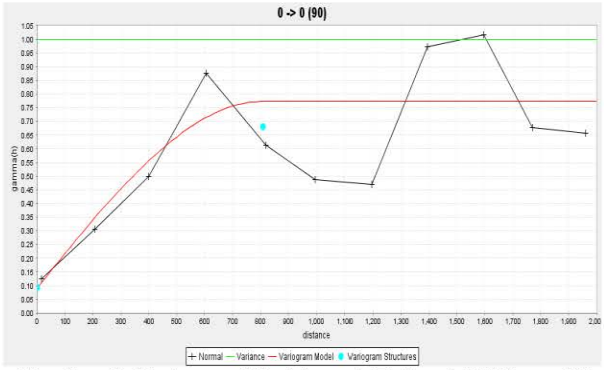
Tabel-2 Model Variogram Kualitas Kandungan Abu dan Nilai Kalor

Seam	Kualitas	Model	Nugget	Sill	Range
A6	Nilai Kalor	Spherical	0.318	0.329	615
A7	Nilai Kalor	Spherical	0.090	0.493	1044
AB1	Nilai Kalor	Spherical	0.100	0.862	951
AB2	Nilai Kalor	Spherical	0.100	0.862	951
AB3B	Nilai Kalor	Spherical	0.039	0.644	150

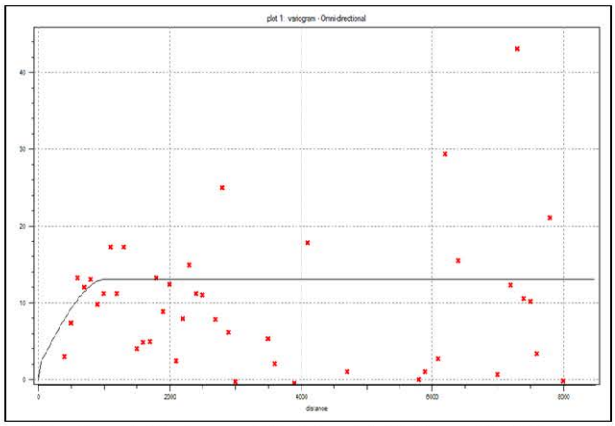
Tabel-3 Model Cross Variogram Kualitas Nilai Kalor

Seam	Kualitas	Model	Nugget	Sill	Range
A6	Nilai Kalor (Total Sulfur)	Spherical	1	3	5600
A7	Nilai Kalor (Total Sulfur)	Spherical	2	11	1550
AB1	-	-	-	-	-
AB2	-	-	-	-	-
AB3B	Nilai Kalor (*Fixed Carbon*)	Spherical	1.6	11.5	1040

Contoh variogram model untuk estimasi OK dan COK bisa dilihat pada gambar-3 dan gambar-4.



Gambar-3. Variogram Model untuk Estimasi OK Seam S6 Parameter Nilai Kalor



Gambar-4. Variogram Model untuk Estimasi COK Seam

Simulasi Gaussian Sequential

Simulasi Gaussian Sequential (SGS) merupakan suatu proses mereproduksi data dengan masih menghargai nilai titik sampel dan karaktrik data yang ada (secara statistik). Pada kenyataannya sifat sekuensial bergantung pada poin selanjutnya yang akan disimulasikan, tidak hanya pada data asli di dekatnya tapi juga nilai simulasi sebelumnya. Prosedur SGS umumnya adalah sebagai berikut [4]:

1. Pilih satu set data.
2. Ubah data menjadi ekuivalen data normalisasi.
3. Mengembangkan model semivariogram untuk data yang telah ditransformasi (telah dinormalkan).
4. Untuk normalitas bivariat, cek data yang telah ditransformasi dengan cara membandingkan conto indikator semivariogram pada berbagai batas (minimal, median, dan maksimal) terhadap model bivariat teoritis.
5. Lakukan beberapa pemeriksaan untuk menunjukkan simulasi tersebut telah sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dengan memeriksa data hasil simulasi.
6. Transformasi balik data hasil simulasi.
7. Validasi hasilnya.

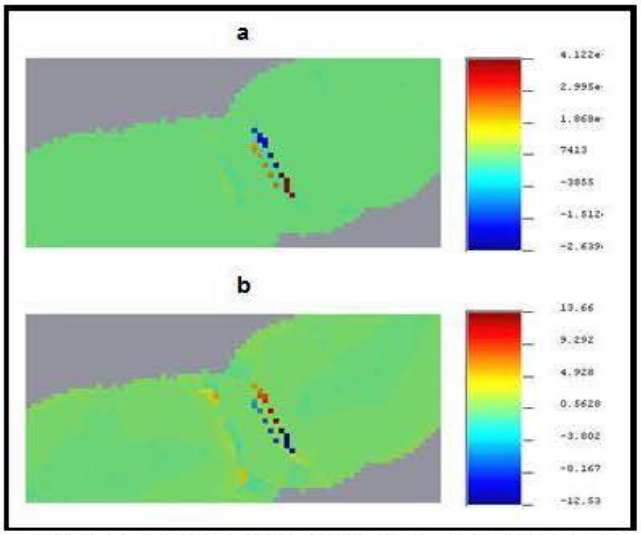
SGS yang dilakukan pada penelitian ini sebanyak 100 kali dan dilakukan diseluruh seam dengan parameter nilai kalor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

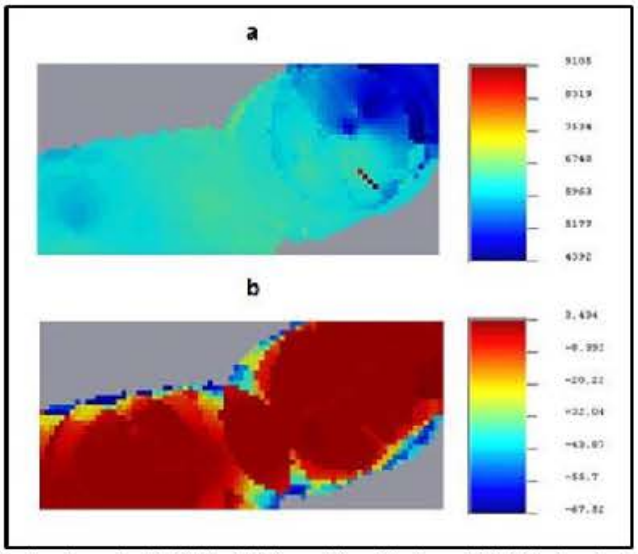
Hasil Estimasi COK

Analisis bivariat nilai kalor memperlihatkan tidak semua nilai kalor setiap seam bisa dilakukan proses COK, hanya pada seam X,Y,Z penggunaan COK bisa dilakukan. Gambar 5–7 memperlihatkan hasil estimasi COK dengan gambar-5(a) adalah hasil estimasi COK dan gambar-5(b) merupakan nilai varians hasil estimasi COK. Gambar-5

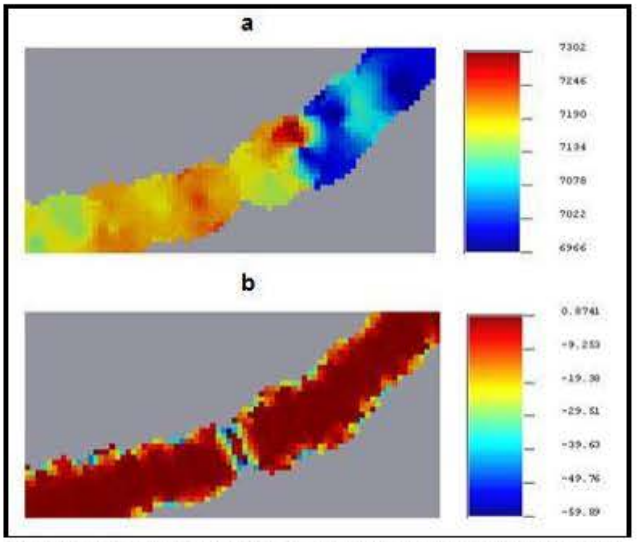
merupakan hasil estimasi yang memperlihatkan nilai yang cukup seragam pada nilai hasil estimasi di angka sekitar 6000 KCal/Kg pada seam A6. Nilai ini cukup seragam pada seluruh area hasil estimasi. Titik yang berwarna cukup berbeda di gambar merupakan data dasar estimasi. Gambar-6 memperlihatkan hasil yang juga cukup seragam, namun di area selatan terlihat bahwa terdapat penurunan nilai kalori yang cukup besar dan nilai varians yang membesar di ujung area estimasi. Gambar-7 juga memperlihatkan kecendrungan hasil estimasi yang sama dengan Gambar-6 namun nilainya dari arah utara ke arah selatan cukup beragam.



Gambar-5. Hasil Blok Estimasi dan Variance Nilai Kalor dan Total Sulphur A6



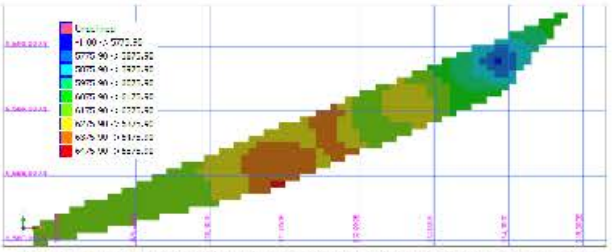
Gambar-6. Hasil Blok Estimasi dan Variance Nilai Kalor dan Total Sulphur A7



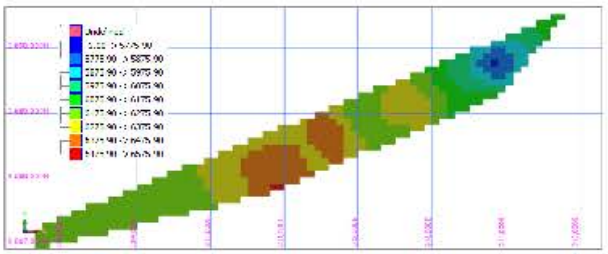
Gambar-7 Hasil Blok Estimasi dan Variance Nilai Kalor dan Fixed Carbon Seam AB3B

Hasil SGS

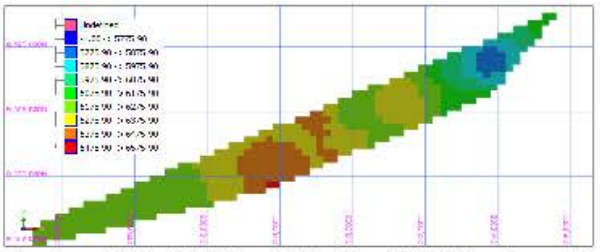
Hasil simulasi nilai kalor yang didapatkan cukup bervariasi. Gambar-8 sampai Gambar-10 memperlihatkan hasil simulasi ke–14, ke–25, dan ke–55 pada seam A7. Hasil SGS dari seluruh seam secara umum terlihat bahwa kecenderungan data memang mirip dari seluruh simulasi, terdapat sedikit pergeseran *trend* data pada setiap hasil simulasi.



Gambar-8 Hasil SGS ke-14 Kualitas Nilai Kalor Seam A7



Gambar-9 Hasil SGS ke-40 Kualitas Nilai Kalor Seam A7

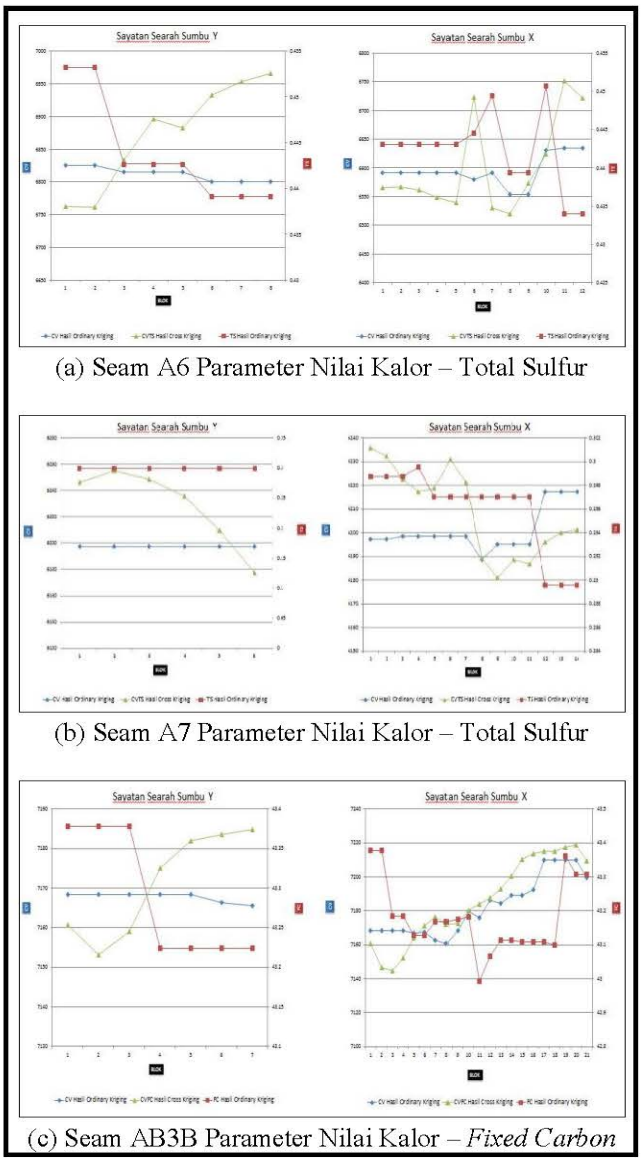


Gambar-10 Hasil SGS ke-80 Kualitas Nilai Kalor Seam A7

Pembahasan

Metode estimasi COK SGS menghasilkan nilai yang cukup berbeda dengan metode estimasi OK. Estimasi yang telah dilakukan didapatkan bahwa hasil estimasi COK lebih baik daripada hasil estimasi OK, hasil estimasi COK lebih mewakili nilai hasil estimasi karena tidak terjadi fluktuasi terlalu besar dibandingkan dengan hasil OK yang menunjukan adanya *smoothing effect*.

Nilai SGS kemudian dibandingkan dengan hasil estimasi OK pada *long section* pada endapan yang berfungsi untuk melihat tren data dari hasil SGS dengan hasil estimasi COK. SGS sebanyak 100 kali realisasi menunjukkan angkanya cukup bisa mengikuti hasil estimasi OK walaupun di beberapa hasil simulasi menunjukkan angka lebih tinggi dibandingkan hasil estimasi OK. Hasil perbandingan estimasi OK dengan SGS menunjukkan bahwa fluktuasi lokal pada distribusi spasial terlihat lebih baik saat SGS dilakukan.

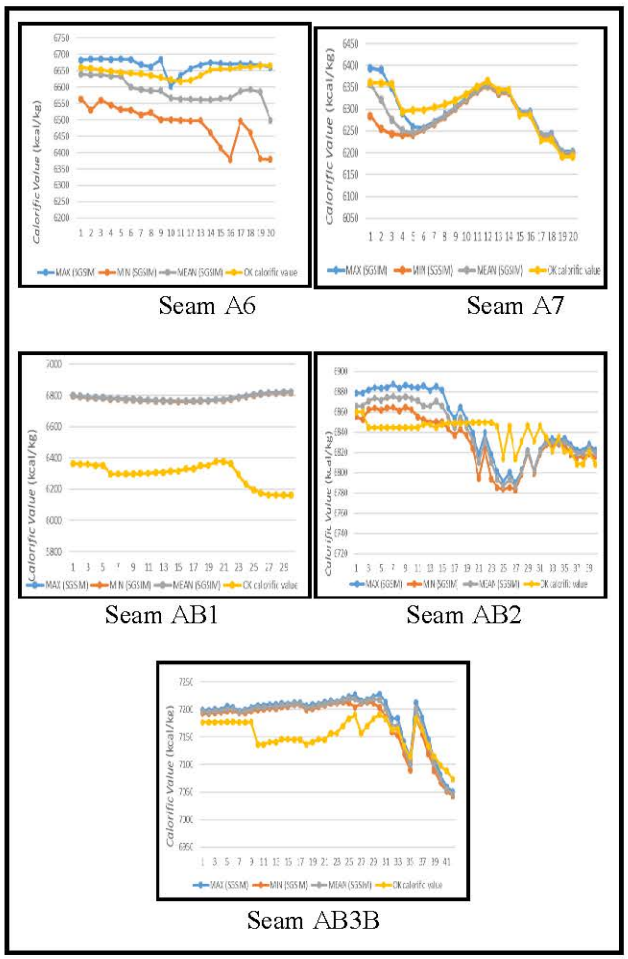


(a) Seam A6 Parameter Nilai Kalor – Total Sulfur

(b) Seam A7 Parameter Nilai Kalor – Total Sulfur

(c) Seam AB3B Parameter Nilai Kalor – *Fixed Carbon*

Gambar-11 Grafik Hasil Estimasi COK dan OK untuk Parameter Nilai Kalor dengan Parameter pendukung lainnya. a) Nilai Kalor – Total Sulfur Seam A6 b) Nilai Kalor – Total Sulfur seam A7 c) Nilai Kalor – *Fixed Carbon* seam AB3B



Gambar-12 Grafik Hasil SGS dan Estimasi OK untuk Parameter Nilai Kalor dengan Parameter pendukung lainnya pada setiap seam batubara yang diamati.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diberikan adalah sebagai berikut:

1. Nilai kalor endapan batubara bisa dimodelkan dengan baik menggunakan metode estimasi COK dan SGS.
2. Estimasi nilai kalor COK dianggap mampu mengurangi *smoothing effect* dibandingkan dengan estimasi OK.
3. Hasil perbandingan estimasi OK dengan SGS menunjukkan bahwa fluktuasi lokal pada distribusi spasial terlihat lebih baik saat SGS dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kusuma, M.I., dan Nafi, A.N., 1986, *Prospek Hidrokarbon Formasi Warukin Di Cekungan Barito Kalimantan*, Kumpulan Makalah Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV IAGI, Jakarta, hal 105-124

[2] Sikumbang, N. dan Heryanto, R., 1994. *Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Kalimantan Selatan sekala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

[3] Wackernagel. H. 1995. *Multivariate Geostatistics: An Introduction With Application*. France: Centre de Geostatistique Ecole des Mine de Paris.

[4] Sinclair, A.J. and G.H. Blackwell, *Applied Mineral Inventory Estimation*, 2002, Cambridge UK: Cambridge University Press

[5] Armstrong, M. 1998. *Basic Linear Geostatistics*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg

[6] Muchjidin. 2006. *Pengendalian Mutu dan Kualitas Batubara*, Institut Teknologi Bandung.Bandung

[7] Sukandarrumidi. 1995. *Batubara dan Gambut*, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

[8] Sukandarrumidi. 2005. *Batubara dan Pemanfaatannya*, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

[9] Sugiono. 2007. *Statistik Untuk Penelitian*. Alfabeta: Bandung

[10] Vann, etc. 2003. *Quantitative Kriging Neighbourhood Analysis for the Mining Geologist- A Description of the Method With Worked Case Examples*. International Mining Geology Conference: Bendigo