

**KARAKTERISTIK JENIS ENDAPAN BERDASARKAN MODEL VARIOGRAM ELEVASI PADA DESA PARDAMEAN AJIBATA KECAMATAN AJIBATA KABUPATEN TOBA SUMATERA UTARA**

**Ade Arriza Akbar<sup>1</sup>, Lismawaty<sup>2</sup>, Sedarta<sup>3</sup>**

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral,  
Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede  
Jl. DR. TD Pardede No. 8 Medan 20153, Sumatera Utara

Email : [adeakbar0404@gmail.com](mailto:adeakbar0404@gmail.com)<sup>1</sup> [lismawarylismawaty@gmail.com](mailto:lismawarylismawaty@gmail.com)<sup>2</sup>  
[sedarta.sebayang@gmail.com](mailto:sedarta.sebayang@gmail.com)<sup>3</sup>

**ABSTRAK**

Variogram adalah ukuran dari variansi, Variogram digunakan untuk menentukan jarak dimana nilai-nilai data pengamatan menjadi tidak saling tergantung atau tidak ada korelasi. Simbol dari variogram adalah  $2\gamma$ . Variogram merupakan alat dalam geostatistik yang berguna untuk menunjukkan korelasi spasial antara data yang diukur. Variabel terregionalisasi adalah variabel yang mempunyai nilai berbeda (bervariasi) dengan berubahnya lokasi/tempat. Eksplorasi ataupun studi kelayakan, *mine-engineer/geologist* dituntut untuk dapat memahami karakteristik dari persebaran nilai dengan biaya yang terjangkau dan sederhana apalagi bahan galian itu bernilai rendah. Menurut David (1977), model dari variogram sebuah sebaran nilai dilaporkan khas untuk tiap jenis endapan. Penggunaan *software surfer* pada penerapan variogram elevasi dengan menggunakan data elevasi GPS dan *google earth* yang menjadikan perbandingan data antara variogram elevasi daerah penelitian. Hasil data variogram elevasi menunjukkan kenaikan kurva naik secara perlahan dan konsisten dapat diinterpretasikan kondisi lapangan penelitian bertipe sedimen. Validasi data lapangan untuk mengetahui karakteristik dari endapan pada lokasi penelitian. Kondisi lapangan memiliki perbedaan variasi ukuran butir dan litologi yang berbeda namun hasil variogram elevasi tetap menunjukkan kenaikan yang konsisten. Pada tahapan eksplorasi awal metode variogram dapat membantu mengetahui jenis endapan dan perubahan arah endapan.

**Kata kunci:** Variogram elevasi, Variabel, Endapan, Variasi.

**ABSTRACT**

*Variogram is a measure of variance, Variogram is used to determine the distance where the observed data values become independent or have no correlation. The symbol of the variogram is  $2\gamma$ . The variogram is a tool in geostatistics that is useful for showing spatial correlations between measured data. Regionalized variables are variables that have different values (vary) with changing locations/places. Exploration or feasibility studies, mine-engineer/geologist are required to be able to understand the characteristics of the value distribution at an affordable and simple cost, especially since the minerals are of low value. According to David (1977), modeling the variogram a distribution of reported values is typical for each type of deposit. The*

*use of surfer software in the application of elevation variograms using GPS and Google Earth elevation data makes comparisons of data between elevation variograms in the study area. The results of the elevation variogram data show a gradual and consistent increase in the upward curve that can be interpreted as a sediment type research field. Field data validation to determine the characteristics of the sediment at the study site. Field conditions have different variations in grain size and lithology but the results of the elevation variogram still show a consistent increase. In the initial exploration stage the variogram method can help determine the type of deposit and changes in the direction of the deposit.*

**Keywords:** Elevation variogram, Variable, Deposit, Variation.

## PENDAHULUAN

Variogram adalah ukuran dari variansi, Variogram digunakan untuk menentukan jarak dimana nilai-nilai data pengamatan menjadi tidak saling tergantung atau tidak ada korelasinya. Simbol dari variogram adalah  $2\gamma$ . Variogram merupakan alat dalam geostatistik yang berguna untuk menunjukkan korelasi spasial antara data yang diukur. Variogram dihitung dengan rumus yang sederhana yaitu perbedaan rata-rata antara dua titik contoh dengan jarak tertentu. Oleh karena perbedaan tersebut kemungkinan  $\leq 0$  atau  $\geq 0$ , agar perbedaan rata-rata tersebut  $\geq 0$  maka perlu diaplikasikan perhitungan statistik yang berdasarkan pada perbedaan kuadrat.

Menurut **David Michel (1977)**, model dari variogram sebuah sebaran nilai dilaporkan khas untuk tiap jenis endapan. Variogram model Gaus, bola (*spherical*) ataupun eksponensial tanpa nugget ( $C_0 = 0$ ) umumnya ditemukan pada endapan-endapan diseminasi ataupun endapan sedimen; dimana nilai Sill ( $C_1$ ) dari dari variogramnya merepresentasikan tingkat variasi dari sebaran sementara range ( $a$ ) diinterpretasikan sebagai jarak pengaruh (sejauh mana nilai sebuah titik akan berbeda signifikan terhadap dirinya sendiri).

Pada tahapan eksplorasi ataupun studi kelayakan, *mine-engineer/geologist* dituntut untuk dapat memahami karakteristik dari

persebaran nilai dengan biaya yang terjangkau dan sederhana apalagi bahan galian itu bernilai rendah. Penelitian ini ditujukan untuk menguji kesimpulan yang disebutkan di atas terkait model variogram dan karakteristik endapan di Desa Pardamean Ajibata, Kecamatan Ajibata, Kabupaten Toba, Provinsi Sumatera Utara, Data yang digunakan adalah data variasi ketinggian dari daerah penelitian. Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah Mengetahui model variogram elevasi untuk mengidentifikasi tipe endapan dan Mengetahui karakteristik endapan dan proses pembentukannya.

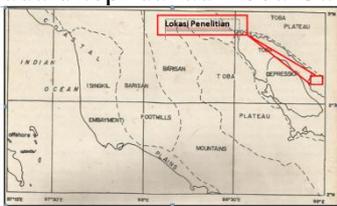
## TINJAUAN UMUM

Lokasi dari daerah penelitian berada pada Desa Pardamean Ajibata. Desa Pardamean Ajibata merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Ajibata, Kabupaten Toba, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. Secara Geografis, lokasi penelitian berada pada koordinat  $98^{\circ}56'7.63''$ -  $98^{\circ}56'21.84''$  Bujur Timur (BT) dan  $2^{\circ}38'52.97''$ -  $2^{\circ}39'3.52''$  Lintang Selatan (LS) dengan luas 15.000 m<sup>2</sup> atau seluas 15 Ha.

## Geologi Daerah Penelitian

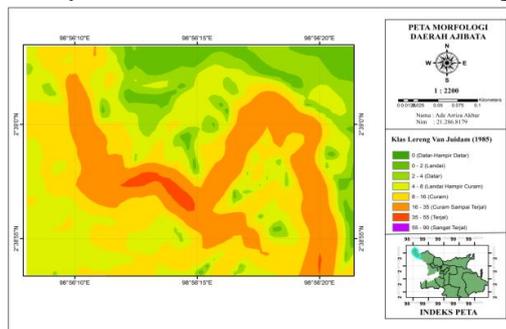
Geologi pada daerah penelitian mengacu pada peneliti terdahulu, yaitu **D.T. Aldiss, dkk (1983)** dalam peta geologi lembar Sidikalang. Daerah penelitian berada di sebelah Timur dari peta geologi lembar

Sidikalang. Menurut **D.T. Aldiss, dkk (1983)** secara fisiografis peta geologi lembar Sidikalang dibagi dalam 5 (lima) satuan fisiografi yang terdiri dari, Dataran tinggi pantai (*plain plateau*), Kaki bukit barisan (*barisan foot hills*), Dataran Tinggi Toba (*Toba Plateau*), Pegunungan Bukit Barisan (*Barisan Mountains*), Penurunan Pegunungan Toba akibat proses tektonik (*Toba Vulcano Tectonic Depression*). Daerah penilitan sendiri termasuk kedalam fisiografi daratan tinggi Toba (*Toba Plateau*) yang dimana lokasi penilitan berada tepat berada ditepi danau Toba *Gambar 1*.



*Gambar 1. Fisiografi Daerah Penelitian (D.T. Aldiss dkk, 1983)*

Morfologi yang terdapat di daerah penelitian menurut **van Zuidam, (1985)** terbagi menjadi 7 bagian kelas lereng yang dibedakan dengan warna pada peta morfologi, warna pada peta morfologi menandakan perbedaan nilai kemiringan lereng. Bisa dilihat pada peta morfologi *Gambar 2* daerah penelitian didominasi oleh warna kuning muda hingga kuning tua yang dimana diartikan lokasi penelitian memiliki kemiringan lereng landai hingga sangat curam menandakan daerah penelitian merupakan daerah erosi dan rawan longsor.



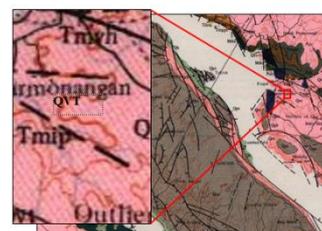
*Gambar 2. Klasifikasi Morfologi Dilokasi Penelitian (Van Juidam, 1985).*

Lokasi penelitian terdapat sungai yang bernama sungai Naborsaor, Sungai ini dimanfaatkan warga sebagai sumber air untuk kebutuhan sehari-hari. Sungai Naborsaor berada dibelah utara daerah penelitian, Sungai ini bermuara ke danau Toba yang berada tepat di utara peta *Gambar 3*.



*Gambar 3. Sungai Naborsaor (Dokumentasi Penulis).*

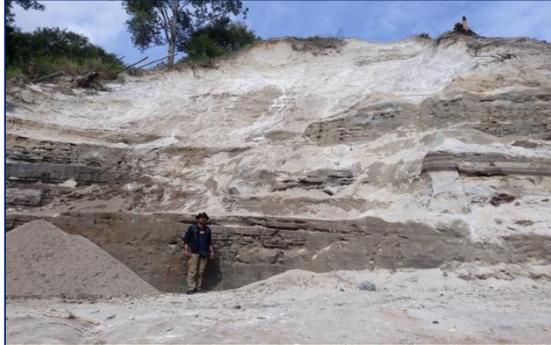
Stratigrafi daerah penelitian termasuk kedalam peta geologi lembar Sidikalang Menurut **D. T. Aldiss dkk (1983)**, stratigrafi regional Sidikalang dibagi berdasarkan umur pra–tersier, tersier, dan kuartar. Pada peta geologi lembar Sidikalang daerah penelitian berwarna merah muda yang menandakan daerah tersebut didominasi oleh batuan tufa Toba (*Qvt*), Tufa Toba sendiri berasal dari letusan gunungapi Toba yang bersifat eksplosif *Gambar 4*.



*Gambar 4. Peta geologi regional lembar Sidikalang(D.T Aldiss dkk, 1983).*

Berbeda dari informasi yang didapatkan oleh peta geologi lembar Sidikalang, bahwa batuan di lokasi penelitian berupa batuan sedimen yang

terdiri dari batupasir tufaan, batulanau, batulempung dan alluvium. Melihat dari tekstur, struktur dan komposisi, batuan dilokasi penelitian termasuk pada formasi Samosir (*Qps*) dan Alluvium (*Qh*).



Gambar 5. Singkapan batupasir (Dokumentasi Penulis).

## DASAR TEORI Geostatistik

Geostatistik adalah ilmu yang mempelajari aplikasi dan teori mengenai variabel terregional (variabel berubah) pada berbagai fenomena gejala alam, terutama untuk menentukan volume bahan galian. Landasan dari pembelajaran geostatistik adalah "The Theory of Regionalised Variables", dimana data dari titik-titik sampel mempunyai korelasi satu sama lain sesuai dengan karakteristik penyebaran endapan mineral. Analisis dari geostatistik merupakan teknik geostatistik yang terfokus pada variabel spasial, yaitu hubungan antara variabel yang diukur pada titik tertentu dengan variabel yang sama pada titik dengan jarak tertentu dari titik pertama.

### Penerapan Metode Geostatistik

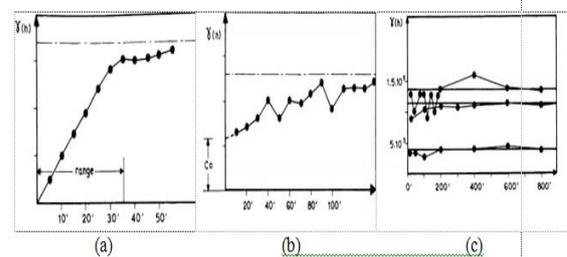
Perangkat statistik yang digunakan untuk mengkuantifikasi korelasi ruang antar sampel adalah variogram. Variogram merupakan ukuran dari variansi yang menggambarkan karakteristik variabel di antara dua kuantitas (*sample*) dari data yang diamati atau data hasil pengukuran di

lapangan yang terpisah jarak (*h*) (Kurniawan, 2019).

Cara yang paling umum didalam membandingkan (atau melihat perbedaan diantara) dua nilai, misalnya dua kadar  $Z(x)$  dan  $Z(x+h)$  pada dua titik,  $x$  dan  $x+h$ , dimana  $h$  menyatakan jarak dari  $x_1$  ke  $x_2$ ; adalah dengan menghitung nilai bedanya. Ketika kita tidak tertarik dengan tanda dari nilai bedanya tetapi lebih ingin melihat nilai absolutnya maka kita akan mempertimbangkan  $|Z(x) - Z(x+h)|$ . Nilai ini mengekspresikan kemiripan diantara dua titik tertentu. Ketika kita ingin melihat rata-rata nilai beda tersebut maka nilai rata-ratanya.

### Variogram Menjadi Penciri Tipe Endapan

Kemenerusan direpleksikan oleh tingkat pertumbuhan (*rate of growth*) dari (*h*) untuk nilai-nilai kecil *h*. pada endapan sedimen, perubahan biasanya terjadi secara perlahan. Ciri-ciri yang seperti ini memiliki variogram yang secara perlahan namun teratur meningkat dari nol. Pada kasus lainnya mineralisasi dapat terjadi sebagai nugget, atau tumpukan (*blobs* – gumpalan-gumpalan), yang sering terkonsentrasi pada urat-urat (*veinlets*); akan cepat berubah meskipun dalam jarak yang sangat pendek. Hal tersebut dapat dilihat pada. Tipikal variogram.



Gambar 6. Tipikal variogram (David Michel, 1977)

### Batuan Sedimen

Menurut Pettijohn (1957) batuan sedimen merupakan batuan yang telah

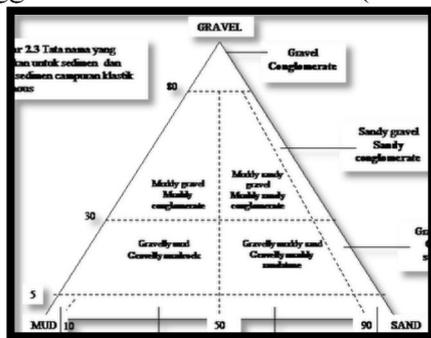
terlitifikasi oleh rombakan batuan hasil denudasi atau oleh reaksi kimia ataupun mengenai hasil kegiatan organisme. Sebanyak 70 % batuan yang berada di permukaan bumi merupakan batuan sedimen dan ini hanya sekitar 2 % dari total volume secara keseluruhan yang ada di kerak bumi, dari hal ini dapat diindikasikan bahwa batuan sedimen yang tersebar di muka bumi adalah sangat luas tetapi memiliki ketebalan yang relatif tipis **Tucker (1991)**. **O'Dunn & Sill (1986)** menyebutkan batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk oleh konsolidasi sedimen sebagai material lepas yang terangkut ke lokasi pengendapan oleh air, angin, es dan gerakan tanah. Batuan Sedimen Klastik.

Batuan sedimen dapat dibagi menjadi dua kelompok besar berdasarkan tekstur (**Pettijohn, 1957, O'Dunn & Sill, 1986**), yaitu sebagai berikut:

1. batuan sedimen klastika
2. Batuan sedimen non-klastika

### Penamaan Batuan sedimen Klastik

Dasar penamaan batuan sedimen klastik secara umum didasarkan pada ukuran butir, selain juga memperhatikan komposisi mineral penyusun, guna penentuan variasi masing-masing batuan. Penamaan batuan sedimen klastik berdasarkan ukuran butir umumnya menggunakan skala **wentworth (1922)**.



Gambar 7. Penamaan batuan sedimen berdasarkan ukuran butir (Folk, 1974).

Menurut **Fisher (1961)** dalam penamaan batuan sedimen berdasarkan kehadiran material vulkanoklastik ditentukan dari ukuran butir dan persentase kehadiran material tufa pada suatu batuan yang dimana dapat dilihat pada **Gambar 8**.

Pyroclastic	Tuffites (mixed pyroclastic-epiclastic)	Epiclastic (volcanic and/or nonvolcanic)	Average clast size (mm)
Agglomerate, pyroclastic breccia, Lapillistone	Tuffaceous conglomerate, tuffaceous breccia	Conglomerate, breccia	64
(Ash) tuff coarse	Tuffaceous sandstone	Sandstone	2
fine	Tuffaceous siltstone	Siltstone	1/16
	Tuffaceous mudstone, shale	Mudstone, shale	1/256
100%	75%	25%	0% by volume
←----- (increase) Pyroclasts ----- (increase) ----- Non volcanic epiclasts ----->			

Gambar 8. Penamaan batuan sedimen berdasarkan material vulkanoklastik (Fisher, 1961).

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

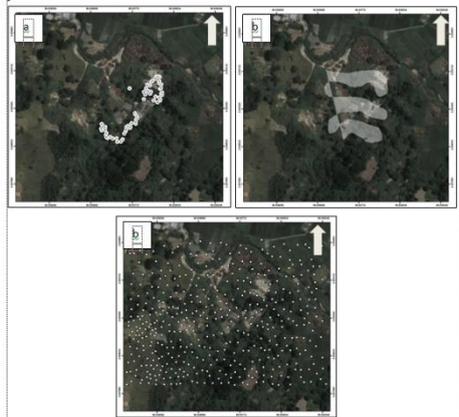
Tahapan penelitian merupakan alur kerja dalam penyusunan laporan tugas akhir. Pada penyusunan laporan banyak tahapan yang dilalui meliputi dari studi literatur, penentuan titik elevasi awal, input variogram elevasi, kemudian pengamatan dan pengambilan data pada lokasi penelitian menjadi sumber utama penelitian, analisa data terdiri dari data primer dan sekunder yang melewati tahapan pengolahan data maupun uji laboratorium. Tahapan-tahapan peneliti rangkum dalam **gambar 4-1** sebagai diagram alir penelitian.

### Data Primer

### Data Elevasi

Data elevasi diambil langsung pada lokasi penelitian dengan menggunakan GPS (*Global Positioning system*) type oregon 750 dan dibantu dengan data elevasi google earth pro . Data elevasi GPS diambil

disekitar lokasi penelitian berjumlah 107 titik elevasi *Gambar 9 a*. Pengambilan data elevasi menggunakan *software google earth pro* sebanyak 186 titik elevasi *gambar 9 b* dan 469 titik elevasi *gambar 9 c*. Dapat dilihat pada *gambar 9* persebaran titik elevasi pada lokasi penelitian.



*Gambar 9* Persebaran Tiitik Elevasi Pada lokasi Penelitian (*Google Earth Pro, 2018*).  
*Keterangan Gambar 9:*

- Sebaran titik elevasi GPS sebanyak 107 titik elevasi*
- Sebaran titik elevasi google earth pro sebeanyak 186 titik elevasi*
- Sebaran titik elevasi google earth pro sebeanyak 469 titik elevasi*

### **Pengamatan Geologi**

Pada proses pengamatan geologi pada lokasi penelitian bertujuan untuk mengetahui kondisi morfologi dan pengambilan sampel endapan/litologi pada daerah penelitian. Pengambilan sampel endapan/litologi dilakukan pada 2 singkapan yang berada dilokasi penelitian dinamakan dengan singkapan 1 dan singkapan 2 lihat pada *gambar 10*.



*Gambar 10* Pengamatan Endapan/Litologi (*Dokumentasi Penulis*).

*Keterangan Gambar :*

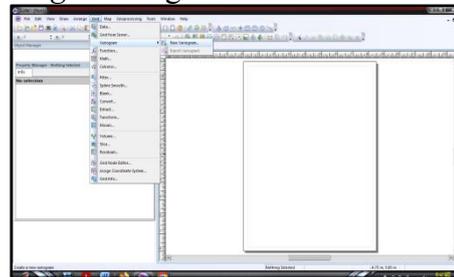
- Singkapan 1 merupakan endapan yang berlapis*
- Singkapan 2 merupakan endapan yang berlapis namun memiliki ukuran butir yang berbeda.*

### **Variogram Elevasi**

Pengolahan data elevasi menggunakan data elevasi yang telah diukur menggunakan GPS dan *software google earth pro*. Berikut merupakan tahapan/proses input data :

- Get Variogram*

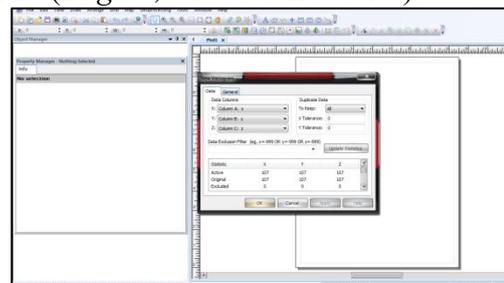
Langkah awal dalam input data variogram elevasi dengan menggunakan *software surfer* memilih langkah *grid* dan *get variogram*.



*Gambar 11* Get Variogram (*Dokumentasi Penulis*).

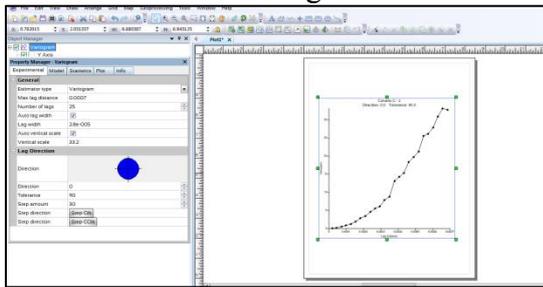
- Data x,y dan z*

Penentuan dalam input data kolom menyesuaikan dengan kolom x, y dan z pada data excel. Data x, y dan z pada file excel berupa data elevasi dalam satuan DMS (*Degree,minute dan second*).



Gambar 12. Penentuan data x,y dan z (Dokumentasi Penulis).

c. Hasil Analisa Variogram Elevasi



Gambar 13. Hasil Analisa Variogram elevasi (Dokumentasi Penulis).

**Pengujian Sampel Endapan/Litologi**

Sampel yang diuji terdiri dari sampel singkapan 1 dan sampel singkapan 2. Berikut merupakan tahapan pengujian sampel endapan lihat gambar 14.



Gambar 14. Pengujian Sampel Ukuran Butir (Dokumentasi Penulis).

Keterangan Gambar 14:

- Sampel yang dimasukkan ke alat shieve shaker
  - Pemisahan sampel berdasarkan ukuran mesh
- berikut merupakan tabel hasil ayakan.

Tabel 1 Hasil Analisa Sampel Singkapan 1

Sampel 1		Berat awal = 1000 gram					
No	Ukuran Saringan		Berat Tertahan (g)	Kumulatif Berat Tertahan (g)	Persentase berat tertahan (%)	Kumulatif Persentase (%)	
	(No)	(mm)				Tetahan (%)	Lolos (%)
3	3/4"	19.00	0	0	0.00	0.00	100.00
4	1/2"	12.50	0	0	0.00	0.00	100.00
5	3/8"	9.50	0	0	0.00	0.00	100.00
6	No.4	4.75	2.5	2.5	0.25	0.25	99.50
7	No.8	2.36	4.5	7	0.45	0.70	99.30
8	No.16	1.18	14	21	1.40	2.10	97.90
9	No.30	0.60	279	300	27.90	30.00	70.00
10	No.50	0.30	440.5	740.5	44.05	74.05	25.95
11	No.100	0.150	216	956.5	21.60	95.65	4.35
12	No.200	0.075	29	985.5	2.90	98.55	1.45
13	Pan		14.5	1000	1.45	100.00	0.00
			Total 1000				

Tabel 2 Hasil Analisa Sampel Singkapan 2

Sampel 2		Berat awal = 1000 gram					
No	Ukuran Saringan		Berat Tertahan (g)	Kumulatif Berat Tertahan (g)	Persentase berat tertahan (%)	Kumulatif Persentase (%)	
	(No)	(mm)				Tetahan (%)	Lolos (%)
3	3/4"	19.00	8.5	8.5	0.85	0.85	98.30
4	1/2"	12.50	26.5	35	2.65	3.50	94.70
5	3/8"	9.50	6.5	41.5	0.65	4.15	98.70
6	No.4	4.75	24	65.5	2.40	6.55	95.20
7	No.8	2.36	40.5	106	4.05	10.60	89.40
8	No.16	1.18	116.5	222.5	11.65	22.25	77.75
9	No.30	0.60	423.5	646	42.35	64.60	35.40
10	No.50	0.30	249.5	895.5	24.95	89.55	10.45
11	No.100	0.150	68.5	964	6.85	96.40	3.60
12	No.200	0.075	18.5	982.5	1.85	98.25	1.75
13	Pan		17.5	1000	1.75	100.00	0.00
			Total 1000				

**ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN Analisa Data Variogram Elevasi**

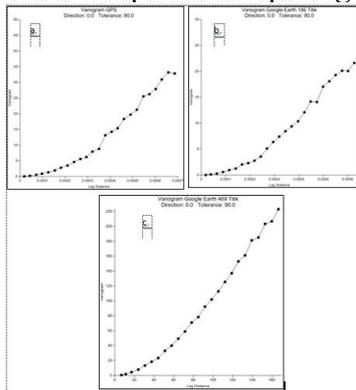
Sumber data variogram elevasi terbagi menjadi 3 (tiga) terdiri dari data GPS (*Global Positioning System*) type oregon 750 sebanyak 107 titik, Data elevasi menggunakan *software google earth pro* sebanyak 469 titik dan 186 titik. Ketiga data tersebut akan menjadi perbandingan dari pemodelan variogram dengan menggunakan *software surfer* untuk mengetahui bagaimana jenis tipe endapan dari lokasi penelitian berdasarkan variogram elevasi. Berikut merupakan parameter dari masing-masing data elevasi tabel 15.

Tabel 15. Data Elevasi.

Parameter	Sumber Data		
	GPS 107 Titik	Google earth 186 titik	Google earth 469 titik
Min	915.5 m	911.5 m	906.2 m
Mean	926.2 m	920.5 m	928 m
Max	940.9 m	933.9 m	955.8 m
Coef.of Variation	0.0076	0.00704	0.01621
Coef.of Skew	0.2837	0.33776	0.11074

Berikut merupakan hasil pengolahan data variogram elevasi menggunakan

software *surfer* menggunakan data GPS 107 titik, *google earth pro* sebanyak 469 titik dan 186 titik dapat dilihat pada gambar 16.



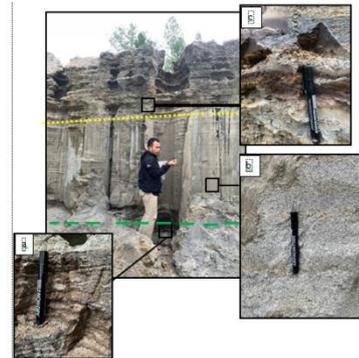
Gambar 16. Hasil Variogram:  
a. Data GPS 107 titik,  
b. Google earth 186 titik dan  
c. Google earth 469 titik

Gambar diatas merupakan variogram eksperimental dimana titik-titik antar data (*number of lags*) tersebut menunjukkan perbedaan elevasi. Variogram eksperimental GPS 107 titik, data *google earth* 469 titik dan *google earth* 187 titik tersebut secara perlahan dan meningkat secara teratur diinterpretasikan sebagai endapan sedimen berdasarkan teori, **David Michel (1977)**. Setelah mengetahui jenis endapan pada lokasi penelitian dengan menggunakan metode variogram, penulis melakukan validasi data geologi pada lokasi penelitian dengan melakukan pemetaan geologi.

### Karakteristik Endapan

Karakter endapan bahan galian pada lokasi penelitian berfokus untuk mengetahui tekstur, struktur dan komposisi batuan. Singkapan pada lokasi penelitian terdapat beberapa titik, namun pada pengamatan kali ini berfokus mengamati 2 (dua) singkapan yang masih dalam 1 tubuh singkapan namun memiliki lokasi yang berbeda. Berikut merupakan gambar dan keterangan

singkapan penelitian pada Gambar 17 dan Gambar 18.



Gambar 17. Singkapan 1 (Dokumentasi Penulis).

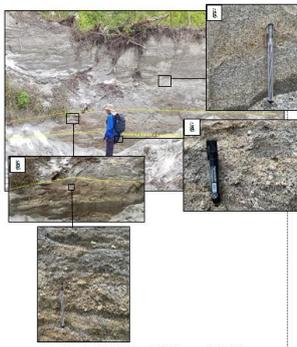
Keterangan Gambar :

- a. perlapisan lempung,
- b. perlapisan pasir
- c. perlapisan lanau.

Pada singkapan pertama kenampakan endapan memiliki banyak perlapisan dan memiliki material yang tidak kompak/lepas. Endapan ini memiliki warna yang berbeda-beda dan dilihat lebih jelas secara dekat bahwa endapan ini memiliki 3 (tiga) ukuran butir yang berbeda yaitu :

- a. Perlapisan a merupakan bagian terbawah dari singkapan 1, perlapisan ini memiliki warna coklat hingga coklat tua dan ukuran butir lempung yang bercampur dengan pasir halus. Perlapisan ini memiliki struktur laminasi dimana Menunjukkan perlapisan sejajar yang ukuran atau ketebalannya lebih kecil dari 1 cm.
- b. Perlapisan b berada ditengah singkapan 1 perlapisan ini memiliki ukuran butir yang seragam, perlapisan ini memiliki ukuran butir sedang. Perlapisan ini memiliki struktur laminasi dimana Menunjukkan perlapisan sejajar yang ukuran atau ketebalannya lebih kecil dari 1 cm. Memiliki warna yang dominan putih menandakan perlapisan ini banyak mengandung mineral kuarsa.

- c. Pada perlapisan ini memiliki warna abu-abu hingga coklat muda, memiliki lapisan-lapisan yang berselang-seling antara ukuran butir pasir dan ukuran butir lanau. Perbedaan ini terbentuk karena adanya gaya gravitasi yang mempengaruhi saat terjadinya proses keterbentukan. Pada saat proses keterbentukan terjadi ukuran butir lebih besar akan lebih dahulu mengendap dibandingkan dengan yang memiliki ukuran lebih kecil sehingga struktur *graded bending* akan selalu menunjukkan stuktur perlapisan yang semakin keatas lapisan tersebut ukuran butir yang dijumpai akan semakin kecil.



Gambar 18. Singkapan 2 (Dokumentasi Penulis).

Keterangan Gambar :

- a. perlapisan pasir sedang,  
b. perlapisan pasir kasar Dan  
c. perlapisan pasir sedang.

Singkapan 2 memiliki kenampakan ukuran butir pasir yang berbeda-beda ukuran butirnya, pada singkapan ini juga dijumpai struktur sedimen *cross bedding* pada perlapisan yang berbeda. Dilihat dari ukuran butirnya singkapan ini memiliki 3 ukuran butir yang berbeda pada masing-masing perlapisan yaitu :

- a. Secara kasat mata perlapisan a memiliki ukuran butir pasir sedang dan berfragmen

krikil. Pada perlapisan ini di jumpai fragmen tufa yang berukuran krikil.

- b. Perlapisan b memiliki struktur perlapisan yang saling motong memotong dimana struktur perlapisan ini dinamakan *cross bedding* atau silang siur yang terbentuk karena perubahan energi ataupun arah arus pada saat keterbentukan. Banyak memiliki fragmen krakal hingga kerikil dan memiliki ukuran butir kasar.
- c. Perlapisan c merupakan perlapisan pasir yang memiliki ukuran butir sedang hingga halus. Perlapisan ini memiliki struktur laminasi dimana Menunjukkan perlapisan sejajar yang ukuran atau ketebalannya lebih kecil dari 1 cm.

Dari keterangan Gambar 19 dan Gambar 20 singkapan pada lokasi penelitian pada singkapan 1 dan singkapan 2 memiliki struktur yang berlapis, ukuran butir yang hampir sama dan komposisi mineral relatif seragam. Maka dari itu dilihat dari struktur endapan yang terdapat struktur laminasi, *cross bedding* dan *graded bending* dapat disimpulkan bahwasannya jenis endapan bahan galian pada lokasi penelitian bertipe sedimen klastik.

Pada dasarnya dalam penamaan endapan bahan galian berjenis sedimen klastik harus melihat dari tekstur/ukuran butir dan komposisi mineral. Disini peneliti melakukan pengujian sampel endapan pada perlapisan singkapan 1 dan singkapan 2. Uji sample dilakukan pada singkapan 1 Gambar 5-3 b dan singkapan 2 Gambar 5-4 a. Pengujian sampel dilakukan pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Darma Agung. Analisa laboratorium dilakukan untuk mengetahui ukuran butir berdasarkan skala *wenworth*. Menurut, **Wentworth (1922)** secara umum batuan sedimen dikategorikan menjadi 3 jenis yaitu *gravel* > 256 mm - 2 mm, *sand* 2 mm - 1/16 mm dan *mud* 1/16 mm - <1/256 mm. Pada

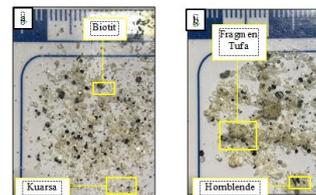
analisa laboratorium menggunakan alat *shieve shaker* merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan suatu material berdasarkan alat penyaring yang memiliki ukuran berbeda-beda (*mesh*) dalam tiap ayakan yang memiliki satuan milimeter (mm).

Hasil analisa *shieve shaker* (lampiran 2) pada sampel singkapan 1 b menunjukkan bahwa persentasi kehadiran ukuran butir pasir sebanyak 94,95%, Gravel 0,7% dan lempung 4,35%. Berat tertahan memiliki nilai rata-rata sebesar 91 g, simpangan potensial 144,25, skewness 1.64 dan kurtosis 1.72. Hasil analisa *shieve shaker* pada sampel 2 menunjukkan bahwa persentasi kehadiran ukuran butir pasir sebanyak 85,8 %, Gravel 10,6% dan lempung 3,6%. Berat tertahan memiliki nilai rata-rata sebesar 90,9 g, simpangan potensial 125.27, skewness 2.05 dan kurtosis 3.8.

Menurut diagram segitiga **Folk (1974)** dalam penamaan batuan sedimen berdasarkan ukuran butir dengan dilakukannya penarikan diagram segitiga dan jika kehadiran ukuran butir pasir diatas 75% dinamakan batupasir. Pada Sampel singkapan 1 b yang memiliki ukuran butir pasir sebanyak 94,95%, Gravel 0,7% dan lempung 4,35% dengan kehadiran persentase ukuran butir pasir diatas 75% maka sampel singkapan 1 b dinamakan batupasir. Pada sampel singkapan 1 b dari 1000 gram berat yang diuji, persentase kehadiran terbanyak pada ukuran mess no.30 1 mm – ½ mm sebanyak 279 gram dan no.50 ¼ mm - ½ mm sebesar 440.5 gram maka batuan ini disebut batupasir sedang hingga kasar. Pada Sampel singkapan 2 a dengan persentase kehadiran ukuran butir pasir sebanyak 85,8 %, Gravel 10,6% dan lempung 3,6% dengan kehadiran ukuran butir pasir  $\geq 75$  % maka sampel

singkapan 2 a dinamakan batupasir. Pada analisa laboratorium sampel singkapan 2 a dari 1000 gram berat yang diuji persentase kehadiran terbanyak pada mess no.30 1 mm – ½ mm sebanyak 423.5 gram dan pada mess no.50 ¼ mm - ½ mm sebanyak 249.5 gram maka batu ini disebut dengan batupasir kasar hingga sedang.

Selain melakukan analisa laboratorium peneliti juga melakukan analisa sampel untuk mengetahui penamaan batupasir berdasarkan komposisi mineral dari sampel singkapan 1 b dan singkapan 2 a. Dalam menganalisa komposisi peniliti melakukan pengambilan gambar untuk mengetahui kandungan mineral penyusun pada *Gambar 5-5*.



**Gambar 21. Komposisi Mineral (Dokumentasi Penulis).**

*Keterangan Gambar:*

a. Biotit : Coklat gelap, berlembar. Kuarsa berwarna putih kilat, hexagonal

b. Fragmen tufa : berukuran gravel yg berasal dari batuan tuff.

Analisa komposisi mineral pada sampel singkapan 1 b dan singkapan 2 a memiliki kehadiran mineral yang sama tetapi memiliki perbedaan ukuran butir pada masing-masing perlapisan. Komposisi mineral dari kedua sampel tersebut merupakan mineral kuarsa, hornblende, biotit, dan fragmen tufa. Berdasarkan *Gambar 5-5* kehadiran mineral kuarsa mendominasi dan banyak juga terlihat material berfragmen tufa. Jika dilihat dari komposisi mineral yang kaya akan kuarsa dan memiliki fragmen tufa dapat diinterpretasikan endapan batupasir berasal

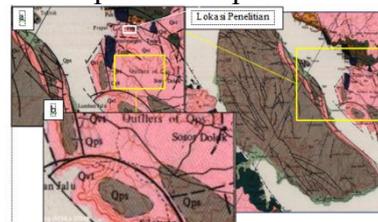
dari hasil resedimentasi dari batuan tufa toba (*Qvt*). Hal ini didasari oleh tufa toba yang terbentuk dari magma asam yang memiliki kandungan silika  $\geq 66\%$ . Berdasarkan ukuran butir pasir yang mendominasi dan memiliki fragmen tufa yang berasal dari hasil resedimentasi batuan tufa maka batupasir dilokasi penelitian disebut dengan batupasir tufaan, **fisher (1961)**.

Pada peta geologi lembar Sidikalang, **D.T. Aldiss, dkk (1983)** batupasir tufaan termasuk kedalam formasi Samosir (*Qps*) yang berisikan batupasir tufaan, batulanau, konglomerat dan tanah diatome (sebagian tempat ditemukan material organik berupa sisa-sisa akar tumbuhan). Pada lokasi penelitian memiliki kesamaan litologi dengan formasi Samosir (*Qps*), hal tersebut didasari dengan ditemukannya batupasir tufaan, batu lanau dan batulempung (ditemukan material organik berupa akar) pada lokasi penelitian, maka dapat disebutkan dengan kesamaan litologi lokasi penelitian termasuk kedalam formasi Samosir (*Qps*).

Menurut, **D.T. Aldiss, dkk (1983)** formasi Samosir (*Qps*) mengalami proses keterbentukan didasar danau hal tersebut ditandai dengan adanya tanah diatome yang berasal dari tumbuhan alga danau dan sebagian perlapisan ditemukan sisa-sisa akar tumbuhan yang tersedimentasi didasar singkapan. Dalam penelitian, **Andang Bachtiar (2012)** pada sungai Naborsao yang berada tidak jauh dari lokasi penelitian termasuk kedalam sedimentasi danau dimana ditemukan material karbon diperlapisan batulempung. Pada peta geologi lembar sidikalang, **D.T. Aldiss, dkk (1983)** lokasi penelitian termasuk kedalam *outliers of Qps* yang memiliki arti bagian tepi dari keterbentukan formasi Samosir (*Qps*) bermakna sebagian tepi daratan toba

termasuk lokasi penelitian merupakan tempat sedimentasi danau masa lampau.

Secara regional lokasi penelitian termasuk kedalam peta geologi lembar sidikalang. Pada peta geologi lembar sidikalang menurut, **D.T. Aldiss, dkk (1983)** lokasi penelitian termasuk kedalam formasi tufa Toba (*Qvt*) *Gambar 5-6 a*. Namun setelah dilakukannya pengamatan lokasi penelitian berjenis batuan sedimen yang termasuk kedalam formasi Samosir (*Qps*). Dapat dilihat pada *Gambar 5-6 b* disekitar lokasi penelitian ditemukan formasi Samosir (*Qps*). Kondisi geologi sekitar lokasi penelitian dapat dilihat pada *Gambar 5-6*.



*Gambar 22 Kondisi geologi sekitar lokasi penelitian (D.T Aldiss dkk, 1983)*

*Keterangan gambar :*

*a. Lokasi penelitian berada pada formasi tufa Toba (*Qps*)*

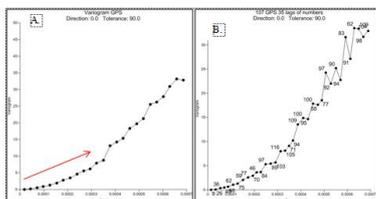
*b. Keberadaan formasi Samosir (*Qps*) disekitar daerah penelitian*

## **Pembahasan**

### **Variogram Sebagai Penciri Endapan**

Hasil analisa data variogram pada 5.1.1. variogram elevasi penulis menggunakan 3 (tiga) data yaitu data GPS 107 titik, data *google earth* 469 titik dan 186 titik. Namun untuk bab pembahasan disini penulis menggunakan data GPS 107 titik dikarenakan data tersebut merupakan elevasi yang diambil langsung pada saat dilokasi penelitian. Dalam hasil analisa variogram eksperimental memiliki jarak antar titik (*number of lags*) sebanyak 25 dan memiliki kenaikan secara perlahan namun memiliki jarak antar titik yang berbeda. Variogram eksperimental yang memiliki

jarak antar titik (*number of lags*) sebanyak 25 akan diperbandingkan kenaikan kurva dengan 35 titik. Berikut variogram eksp dengan menggunakan data GPS 107 titik *Gambar 5-4*.



*Gambar 23 Variogram Eksperimental.*

Keterangan gambar :

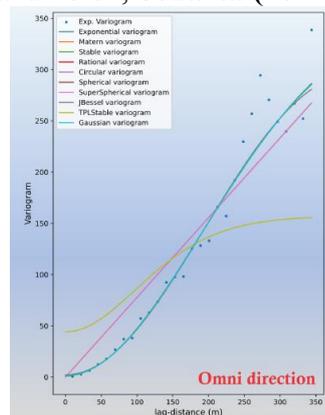
- a. Variogram lags of numbers 25
- b. Variogram lags of numbers 35

Variogram eksperimental merupakan variogram yang diperoleh dengan memasukkan nilai sampel dalam rumus variogram merupakan realisasi daripada sifat-sifat spasial. Bagian ini termasuk kedalam tahap awal dalam identifikasi variogram yang dimana dapat dilihat pada *gambar 5-7 a* pada tahap awal dilakukan percobaan dengan *number of lags* sebanyak 25 pola variogram mengalami kenaikan secara perlahan namun setelahnya mengalami perubahan variansi yang menandakan pola endapan yang berbeda. Pada *gambar 5-7 b* percobaan dilakukan dengan menambahkan *number of lags* berjumlah 35. Pola dari variogram ekperimental memiliki perilaku yang sama pada tahap awal seperti *gambar 5-7 a* namun semakin tinggi nilai *number of lags* semakin jauh mengalami perubahan jenis endapan.

**Hubungan Variogram Dengan Endapan Bahan Galian**

Percobaan dalam input data pemodelan variogram untuk mengetahui tingkat kemiripan spatial dengan variasi model menggunakan data GPS 107 titik elevasi dapat dilihat pada *gambar 5-8*. Percobaan

dilakukan sebanyak 10 model teoritis dimana hasil percobaan tersebut merupakan bahan kuliah geostatistik yang di sempurnakan oleh, **Sedarta (2022)**.



*Gambar 24 Variogram Model (Kuliah Geostatistika Oleh Sedarta, 2022)*

Dari 10 model teoritis yang diuji-cobakan terhadap variogram eksperimental (*var-omni*) keseluruhannya menunjukkan hasil yang konvergen *gambar 5-8*. Bahwa model yang menghasilkan nilai  $r^2$  paling tinggi adalah *Stable* dan *Gaussian* sementara yang paling rendah adalah *Stable* terpotong (TPLStable, = 0.65188) adalah sesuai hasil analisa output simulasi. Model-model dengan  $r^2$  tinggi umumnya dapat cocok dengan *var-omni* pada jarak yang pendek Berdasarkan derajat kecocokan ( $r^2$ ) masing-masing berarti model yang sesuai untuk penelitian ini adalah *Stable*. Model ini memiliki nugget 0.3866 yang artinya permukaan endapan pada dasarnya bervariasi dalam keragaman (sekitar 0,6218 m) pada setiap titiknya. Berdasarkan sillnya, permukaan endapan dapat berbeda sekitar 15-m untuk tiap jarak 228.75 m.

Hasil variogram pada lokasi penelitian menggunakan data GPS 107 titik menunjukkan kenaikan kurva secara perlahan dan bertahap *gambar 5-2*. Hal tersebut menandakan daerah penelitian mencirikan endapan bertipe sedimen, **David**

**Michel (1977)**. Jika dilihat secara langsung kondisi litologi daerah penelitian memiliki litologi sedimen yang berlapis *gambar 5-3*. Perbedaan litologi antar lapisan tetap menunjukkan kenaikan kurva secara perlahan dan hasil variogram elevasi tetap konsisten terhadap perbedaan jenis batuan pada daerah penelitian. Perlapisan pada endapan memiliki selang-seling antara batupasir, batulanau dan batulempung yang dimana litologi tersebut memiliki kesamaan dengan formasi Samosir (*Qps*) *gambar 5-3*. Pada perlapisan batupasir memiliki fragmen tufa maka dinamakan batupasir tufaan *gambar 5-5*.

Dilihat dari hasil interpretasi geostatistik dan pengamatan litologi pada lokasi penelitian memiliki hasil yang sama jika dikomparasikan. Adapun variogram hanya sampai mengetahui jenis/tipe endapan namun dipertegas dengan hasil pengamatan dilapangan bahwa litologi berjenis sedimen. Metode geostatistika dengan penerapan variogram dalam penggunaan data elevasi yang dibantu dengan *software surfer* dapat membantu dalam mengidentifikasi jenis endapan pada lokasi penelitian.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan perhitungan data maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Variogram elevasi memiliki kenaikan secara perlahan dan teratur yang menandakan endapan pada lokasi penelitian berjenis sedimen hal tersebut menjadi salah satu acuan dalam mengidentifikasi endapan dalam kegiatan penelitian.
2. Endapan pada lokasi penelitian bertipe sedimen klastik memiliki perlapisan yang didominasi ukuran butir pasir dan

memiliki fragmen tufa, perlapisan tersebut dinamakan batupasir tufaan.

### Saran

Adapun saran yang diberikan berdasarkan hasil kesimpulan dan penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Pola perubahan pada variogram eksperimental dapat mengetahui arah umum sebaran endapan dan mengetahui pola perubahan endapan maka dari itu peneliti harus memahami teori-teori dalam geostatistika agar dapat membaca perubahan-perubahan yang terjadi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amri, N. A., Jemain, A. A., & Hassan, W. F. W. (2014): Ordinary kriging base on OLS-WLS fitting semivariogram: Case of gold vein precipitation. AIP Conference Proceedings 1602, 1039.
- Chesner, C.A., Rose, W.I., Deino, A., Drake, R., 1991. Eruptive history of Earth's largest Quaternary caldera (Toba, Indonesia) clarified. *Geology* 19, 200–203.
- David Michel 1977. Geostatistical ore reserve estimation, Elsevier Scientific Publishing Company, ISBN: 0-444-41532-7
- D.T Aldiss, R Whandoyo, S.A Gazali dan Kusyono 1983. Peta geologi lembar Sidikalang dan sebagian Sinabang, Sumatera.
- DR, Ir. Andang Bachtiar, Msc (2012) Dalam jurnal sedimentologi danau, sungai dan aluvial fan pada danau Toba. Institut Teknologi Medan.

Fisher, 1961, Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks Institut für Kristallographie und Pétrographie, ETH-Zentrum, 8092 Zürich, Switzerland

Folk R.L,1974 Petrology of Sedimentary Rocks, The University of Texas

Van Zuidam, 1985. Klasifikasi Kelas Lereng Dengan Sifat-Sifat Proses dan Kondisi Lahan Disertai Simbol Warna.

Wentworth 1922. Klasifikasi ukuran butir batuan sedimen klastik.