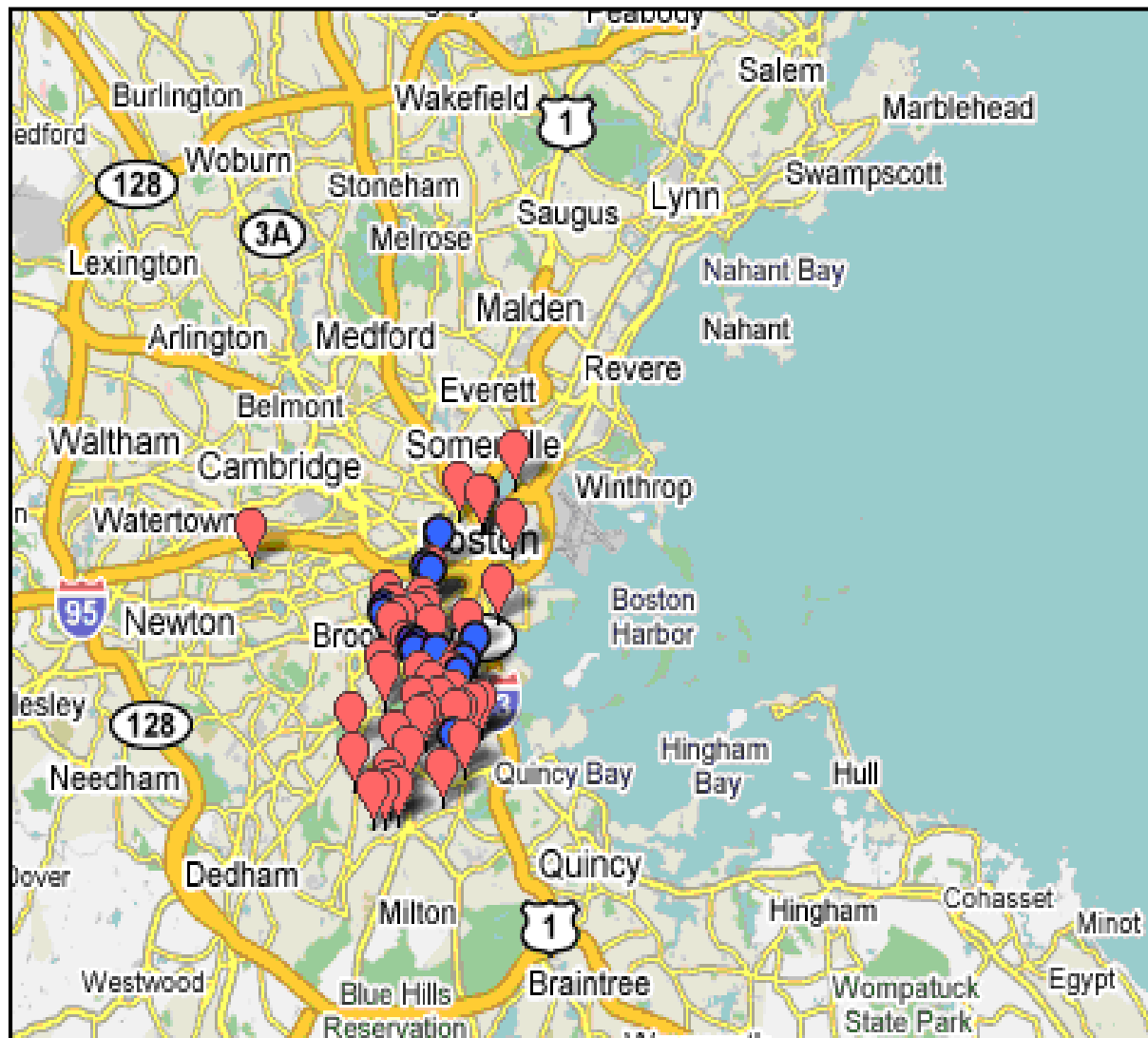


ANALISIS SPASIAL GEOSTATISTIKA

Rr. Kurnia Novita Sari, M.Si.



Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Bandung Institute of Technology, Indonesia
e-mail : kurnia@math.itb.ac.id



Peta Kejahatan di Kota Boston (Sumber: google map)



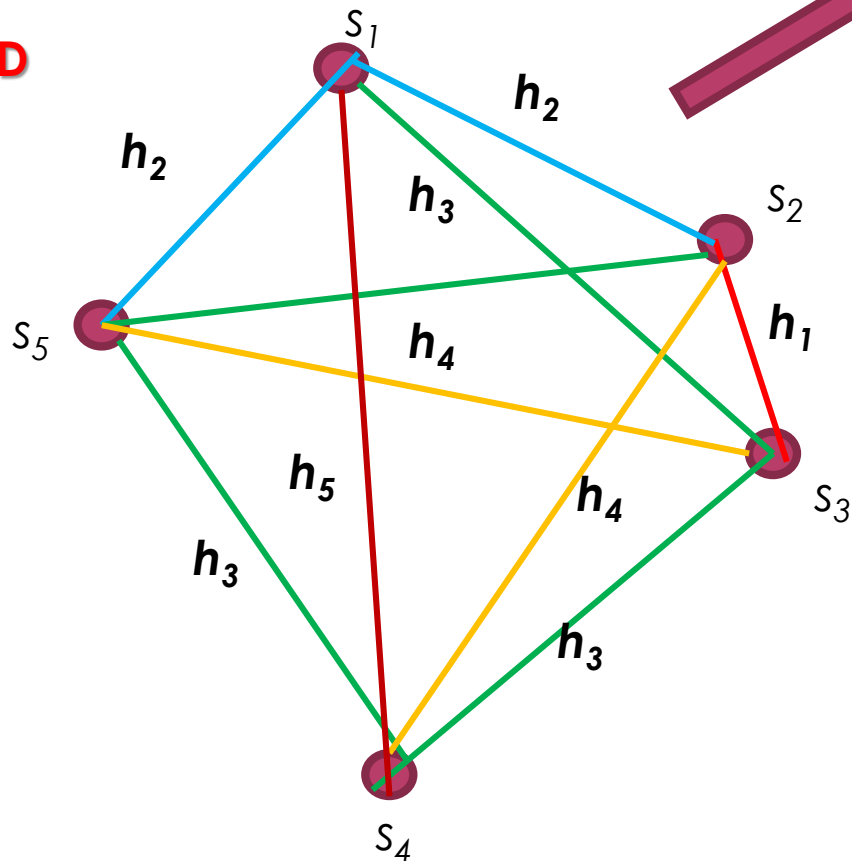
Peta Indonesia (Sumber: google map)

Apa saja yang bisa diamati berkaitan dengan analisis spasial ?

DATA SPASIAL

Contoh: Data kandungan minyak bumi di Prov. Kalimantan Timur

2D



$$S = \{ s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 \}$$

$$Z(s) = \{ z(s_1), z(s_2), z(s_3), z(s_4), z(s_5) \}$$

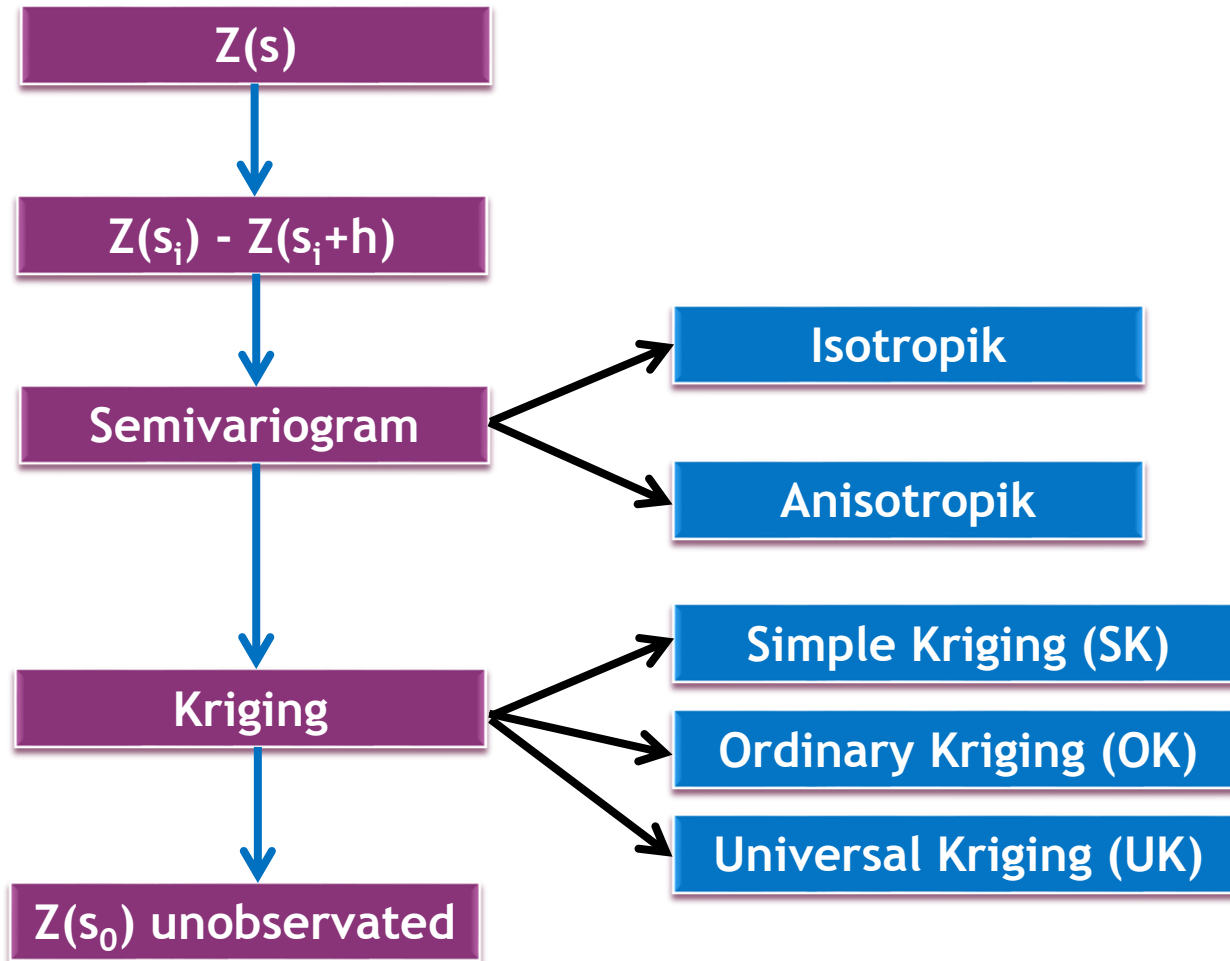
Keterangan :

s_i : lokasi i , berupa koordinat (x_i, y_i)

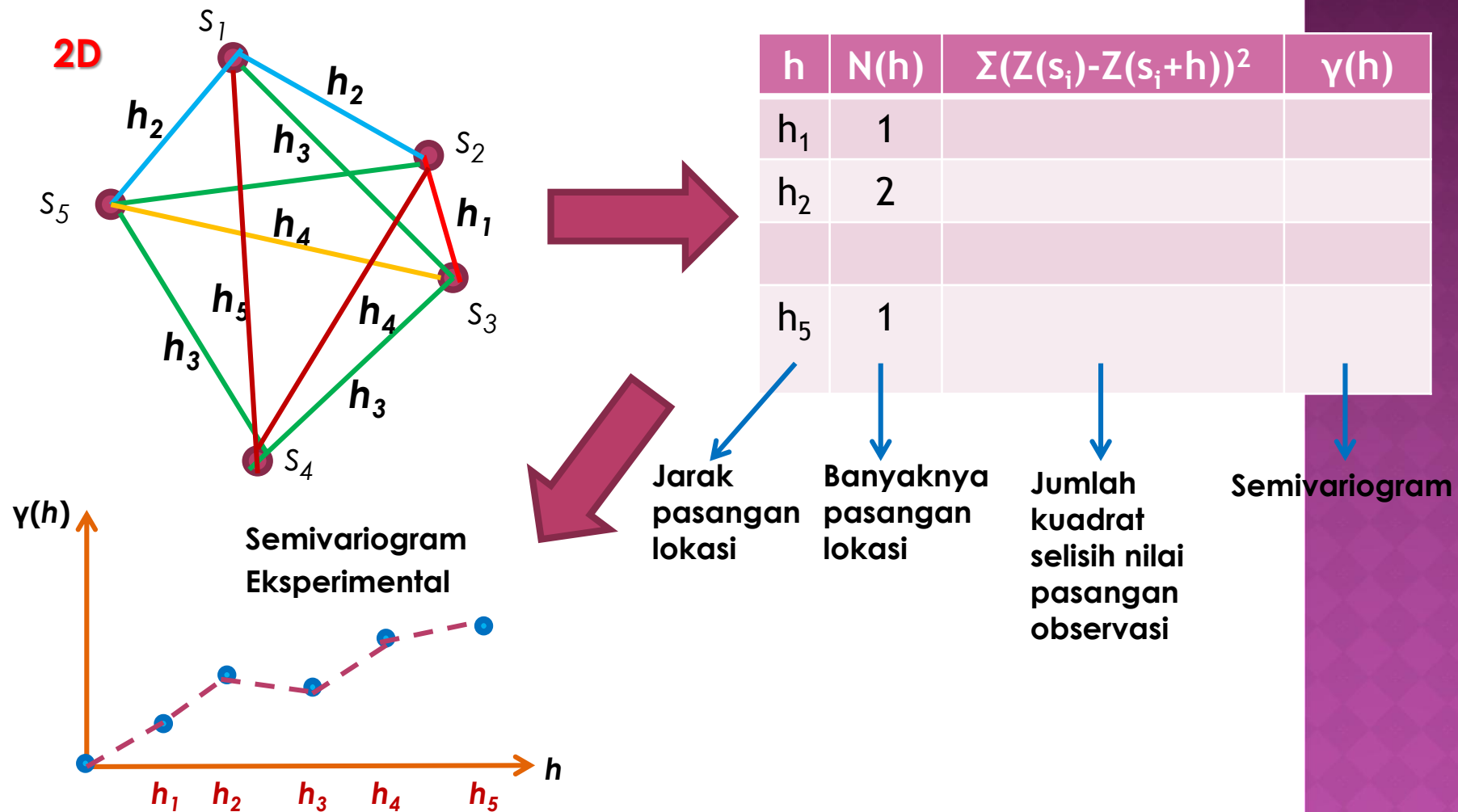
h_k : jarak antar pasangan lokasi dihitung melalui pasangan koordinat lokasi

$Z(s_i)$: nilai observasi pada lokasi i
cth: kandungan minyak bumi

ANALISIS SPASIAL



DATA SPASIAL



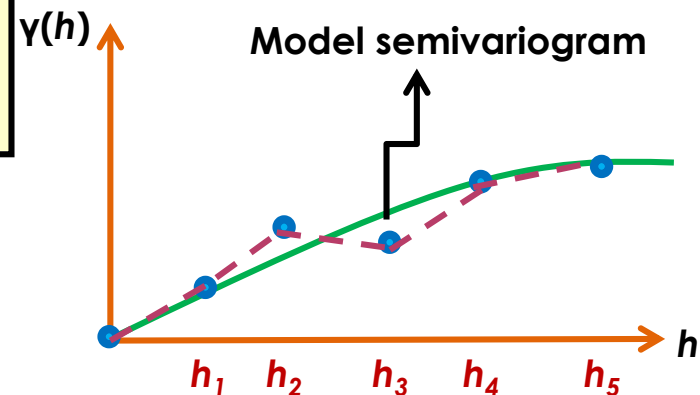
SEMIVARIOGRAM

- **Semivariogram** adalah alat ukur kebergantungan antara observasi yang didasarkan pada **jarak (h)** antar pasangan lokasi.

$$\begin{aligned} 2\gamma(h) &= \text{Var}\{Z(s) - E[Z(s+h)]\} \\ &= E[Z(s) - Z(s+h)]^2 \end{aligned}$$

- **Semivariogram Eksperimental**

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(s_i) - Z(s_i + h)]^2$$



PARAMETER MODEL SEMIVARIOGRAM

- **Range (a)**

jarak lag hingga nilai semivariogram konstan (jarak maksimum antara lokasi yang masih memiliki korelasi spasial)

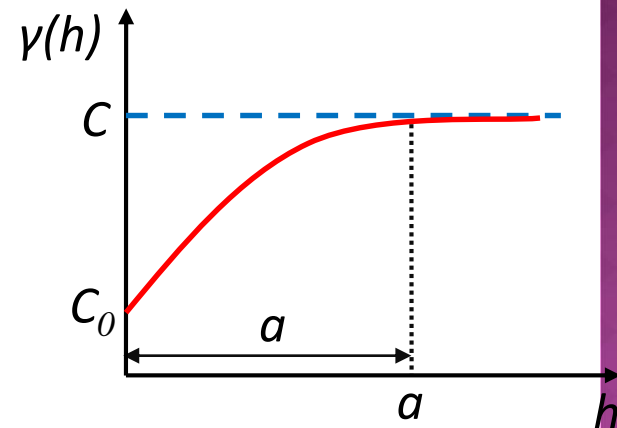
- **Sill (C_0+C)**

nilai semivariogram yang konstan untuk h yang tidak terbatas. Umumnya, nilai sill mendekati variansi data

- **Efek Nugget (C_0)**

merupakan kesalahan pengukuran dimana nilai semivariogram pada lag jarak nol nilainya tidak nol.

Efek nugget akan hilang dengan memperkecil jarak antara titik-titik sampel.

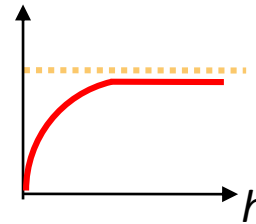


MODEL SEMIVARIOGRAM

Model Sperikal

$$\gamma(h) = \begin{cases} C \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], & h < a \\ C, & h \geq a \end{cases}$$

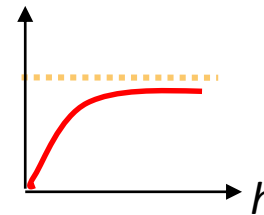
- diaplikasikan pada pertambangan



Model Eksponensial

$$\gamma(h) = C \left(1 - \exp \left(-\frac{h}{a} \right) \right)$$

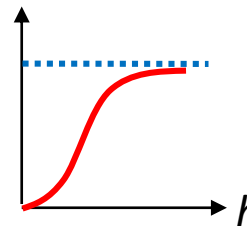
- diaplikasikan pada hidrologi



Model Gauss

$$\gamma(h) = C \left(1 - \exp \left(-\left(\frac{h}{a} \right)^2 \right) \right)$$

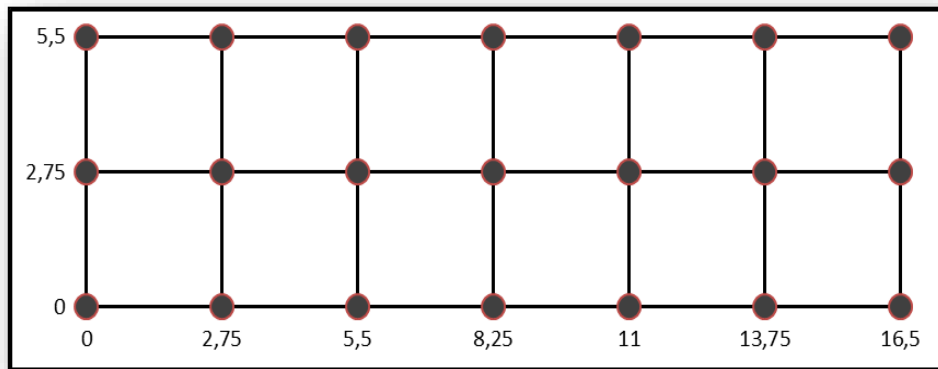
- diaplikasikan pada perminyakan



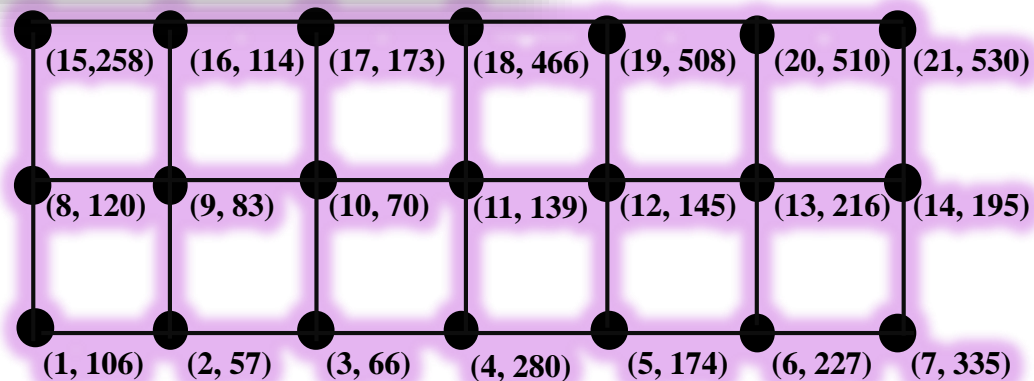
SEMIVARIOGRAM ISOTROPIK DAN ANISOTROPIK

- ❑ Semivariogram Isotropik
 - bergantung hanya pada **jarak** antar pasangan lokasi.
- ❑ Semivariogram Anisotropik
 - bergantung pada **jarak** dan **sudut** antar pasangan lokasi.
- ❑ Semivariogram Anisotropik dikembangkan oleh Isaaks dan dikekmbangkan oleh:
 1. Srivastava (1989) & Zimmerman (1993).
 2. Ecker & Gelfand (1999) → menggunakan vektor jarak.
 3. Eriksson & Siska (2000) → anisotropik dibagi menjadi 3 yaitu: anisotropik geometri, sill/zonal, & nugget.

KASUS : DISTRIBUSI SERANGGA *BRADYSIA OCELLARIS* (BO)

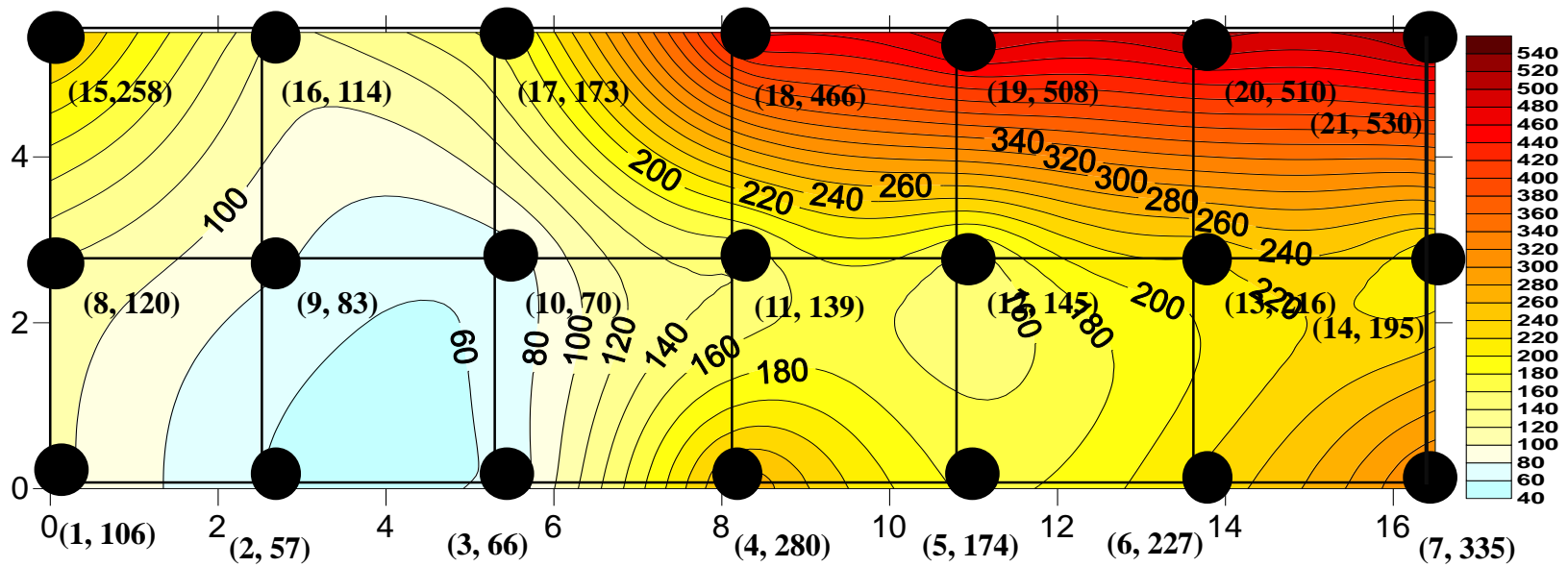


**21 Lokasi
penempatan jamur
tiram**



**Penomoran 21 Lokasi penempatan jamur tiram
& Banyaknya serangga BO**

KONTUR DISTRIBUSI BO



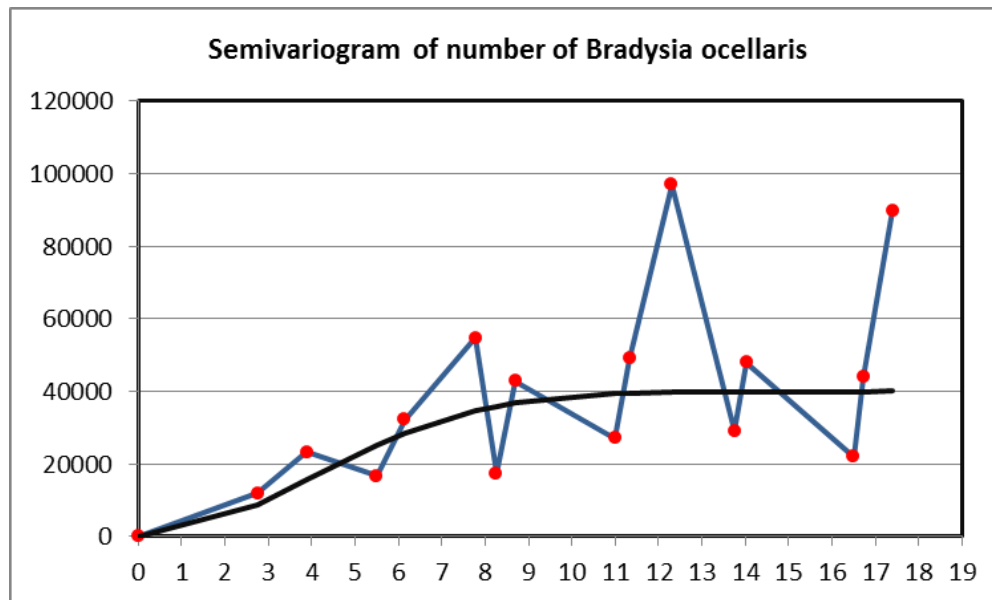
STATISTIKA DESKRIPTIF

Statistics Descriptive			
Number	21	Range	473
Mean	227,24	Minimum	57
Median	174	Maksimum	530
Standard deviation	155,534	Percentile 25th	114
Kurtosis	-0,323	Percentile 75th	280
Skewness	0,961	Standard error	33,94

Catatan:

ANALISIS SEMIVARIOGRAM

h	$N(h)$	$\gamma(h)$	h	$N(h)$	$\gamma(h)$
0	21	0	11	9	27032,72
2,75	32	11845,24	11,339	6	48993
3,889	12	23332,25	12,298	3	97018,17
5,5	22	16741,26	13,75	6	29187,08
6,149	10	32300,3	14,022	4	47881,63
7,778	5	54677	16,5	3	22008,33
8,25	12	17405,54	16,728	2	44005,25
8,696	8	42836,25	17,393	1	89888



Model Gauss

$$\hat{\gamma}(h) = 38000 \left(1 - \exp \left(- \left(\frac{h}{5,5} \right)^2 \right) \right)$$

LATIHAN

10	30	10	55
5	20	50	35
40	15	40	30
5	35	10	10

15	35	20	35
15	20	45	25
40	10	30	30
15	35	20	10

20	25	15	40
15	25	45	30
35	15	35	25
10	35	20	10

Langkah-langkah :

- 1. Menentukan koordinat setiap lokasi.**
- 2. Menghitung jarak pasangan antar lokasi dari mulai yang terdekat hingga terjauh.**
- 3. Menghitung nilai semivariogram untuk semua arah yang mungkin (arah BT, US, TG-BL, TL-BD).**
- 4. Membuat grafik semivariogram eksperimental.**
- 5. Menentukan model semivariogram yang sesuai**

CONTOH DATA

Sumur Minyak Jatibarang (JTB)

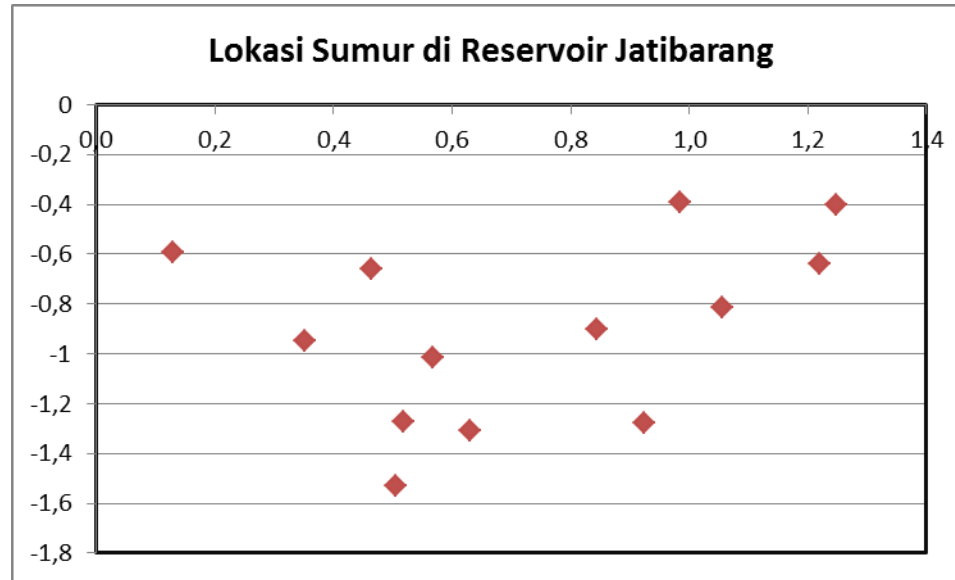
SUMUR MINYAK JTB

- ◉ Sumur minyak (reservoir) Jatibarang (JTB) terletak di Kab. Indramayu, Jawa Barat.
- ◉ Sejak 1969, telah dibuka \pm 200 sumur
- ◉ Sampai 1998, produksi minyak kumulatif sekitar 13 juta m³.
- ◉ Karakteristik sumur minyak JTB :
 - Saturasi minyak sangat rendah sekali
 - Permeabilitasnya berubah-ubah tergantung dari ukuran dan densitas *fracture*
 - Kompresibilitas porinya tergantung pada porositas formasi batuan vulkanik.

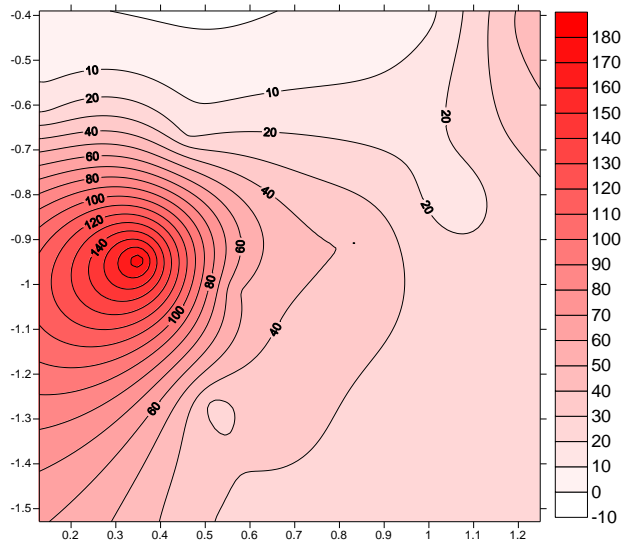
DATA SUMUR MINYAK JTB

NO	NO SUMUR JTB	Koordinat Lokasi		Variabel		
		X (km)	Y (km)	DZ	K-FRACTURE (mD)	Pormatrik
8	52	0,6309	-1,3109	213	35,445	12,16
18	62	0,9241	-1,2761	291	26,645	13,53
28	72	0,5677	-1,0127	291	51,72	15,13
38	86	1,0561	-0,8133	388	14,331	10,62
48	95	0,1290	-0,5951	138	13,333	8,43
58	107	0,9848	-0,3901	108	4,683	5,57
68	119	1,2489	-0,4034	168	49,754	15,32
78	134	1,2200	-0,6375	256	35,832	10,38
88	145	0,3510	-0,9461	239	177,021	19,24
98	154	0,5042	-1,5291	238	30,467	12,67
108	164	0,5174	-1,2708	326	26,741	12,33
118	175	0,4646	-0,6614	181	16,776	14,08
128	186	0,8448	-0,9009	359	40,154	14,16

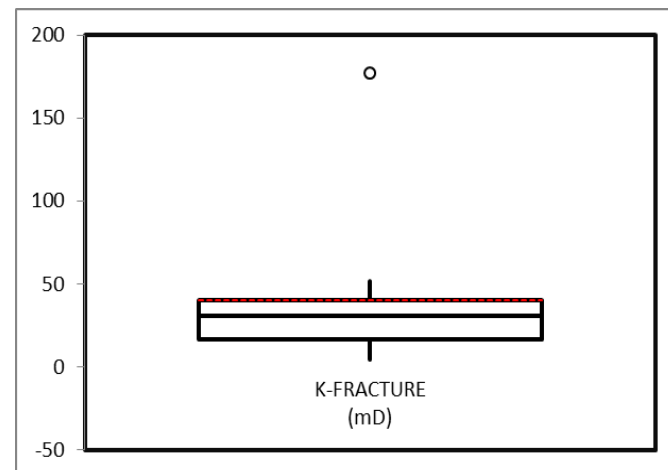
Lokasi 13 Sumur di JTB



Kontur K-Fracture pada 13 Sumur JTB



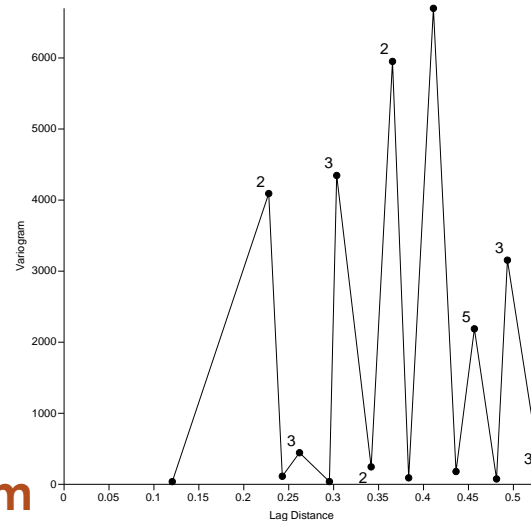
Boxplot K-Fracture



SEMIVARIOGRAM

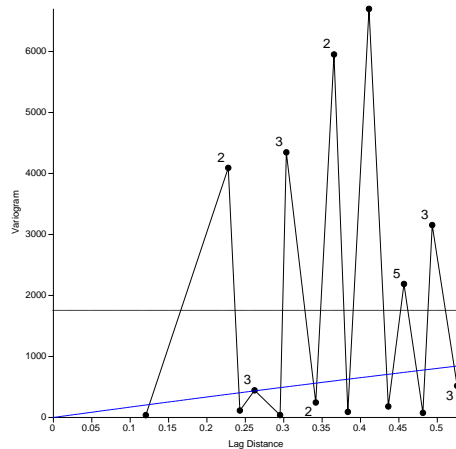
Semivariogram Eksperimental

Semivariogram Eksperimental untuk Permeabilitas Reservoir JTB
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0

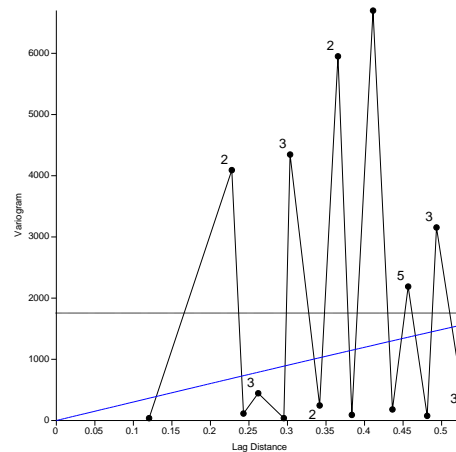


Model Semivariogram

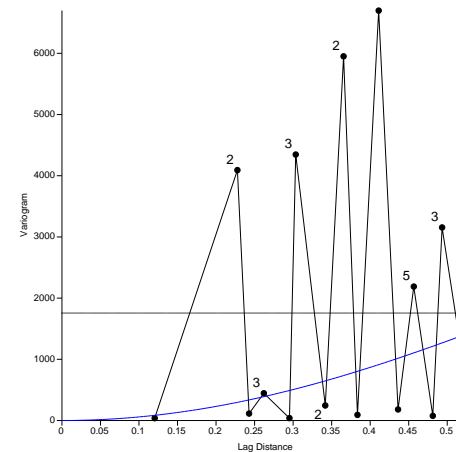
Model Eksponensial untuk Permeabilitas Reservoir JTB
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



Model Sferikal untuk Permeabilitas Reservoir JTB
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



Model Gauss untuk Permeabilitas Reservoir JTB
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



MODEL SEMIVARIOGRAM

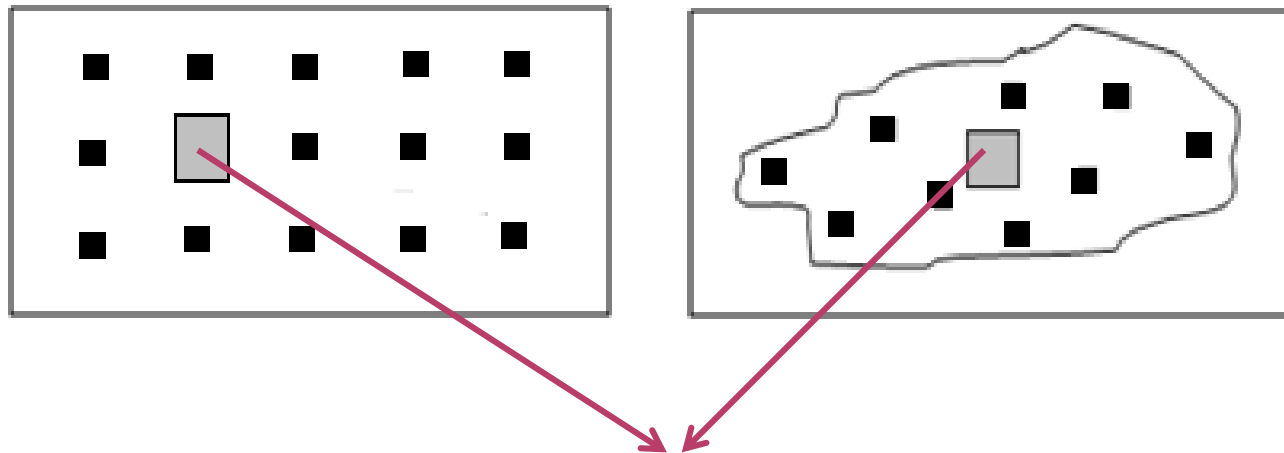
Model	Scale (C)	Length (a)	Anisotropic	
			Ratio	Angle
Eksponensial	6090	5.29	2	40.14
Sferikal	4340	3.36	2	42.52
Gauss	5830	1.55	2	43.49



$$\hat{\gamma}(h) = 5830 \left(1 - \exp \left(- \left(\frac{h}{1,55} \right)^2 \right) \right)$$

KRIGING

- ◉ metode geostatistik untuk **menginterpolasi** nilai dari suatu titik atau blok yang tidak terobservasi.
- ◉ Taksiran nilai berupa kombinasi linear dari nilai observasi yang terdapat di sekitar titik atau blok yang akan diestimasi



Blok yang akan diinterpolasi

KRIGING

Faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi hasil estimasi kriging (Amstrong, 1998, hlm 83-84) :

- ⦿ Banyaknya sampel
- ⦿ Kualitas data di setiap titik observasi
- ⦿ Posisi koordinat sampel
- ⦿ Jarak antara sampel dan titik atau blok yang diestimasi.
- ⦿ Fluktuasi atau penyebaran sampel (reguler atau irreguler).

ESTIMATOR KRIGING

- ◉ Asumsi persamaan kriging :
 - a. Variabel regional memiliki nilai $Z(s_i)$ pada lokasi s_i .
 - b. Variabel regional memenuhi stasioner orde dua.

- ◉ Estimator kriging pada lokasi s_0 :

$$\hat{Z}(s_0) = \lambda_1 Z(s_1) + \lambda_2 Z(s_2) + \dots + \lambda_n Z(s_n) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i)$$

dengan λ_i adalah bobot kriging.

- ◉ Sifat bobot kriging :
 - Tak bias: $E[\hat{Z}(s_0) - Z(s_0)] = 0$
 - Variansi kriging: $Var[\hat{Z}(s_0) - Z(s_0)]$ minimum

TIPE KRIGING

- ◉ **Ordinary Kriging (OK)**
 - mean tidak diketahui
- ◉ **Simple Kriging (SK)**
 - mean diketahui
- ◉ **Universal Kriging (UK)**
 - Jika tidak memenuhi kestasioneran orde 2
- ◉ **Bayesian Kriging (BK)**
- ◉ **Co-Kriging**