

Pemetaan Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) dengan Metode Ordinary Kriging Di Kec. Padang Barat, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat

M. Asy Ruseffandi^{1*}, Mulya Gusman^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*frusef22@gmail.com

**mgusman1974@gmail.com

Abstarct. *The overuse of groundwater with the management of water sources that ignores the environment can decrease the quantity and quality of groundwater. In the area of West Padang, groundwater quality degradation is caused by the dynamics of development West Padang towards the profile of Metropolitan City. The purpose of this research is to make the water quality zone map based on DHL and TDS parameter, zone map based on decrease of groundwater level and predict the occurrence of seawater intrusion in the West Padang. The research method used is to identify the quality groundwater and a decrease of groundwater level from water analysis using Kepmen ESDM Nomor 1451.K/10/MEM/2000 and make the distribution of water quality and a decrease of groundwater level using the software SGeMs and ArcMap GIS 10.5, and predict patterns spread of seawater intrusion from water quality analysis using the regression equation. From the identification result and analysis of water quality, West Padang is categorized as a safe zone. Safe zone is the area that meets one of decrease criteria on groundwater quality which are characterized by the increase of TDS that is less than 1,000 mg/l or less than 1,000 DHL $\mu\text{mhos/cm}$.*

Keywords: *TDS, DHL, Safe Zone, Groundwater Quality*

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan pokok manusia yang digunakan secara berkelanjutan. Penggunaan air sangat penting sebagai konsumsi, kebutuhan rumah tangga, industri dan fasilitas vital lainnya. Kebutuhan air akan sangat meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang cukup pesat. Jenis air yang paling aman dikonsumsi manusia adalah air tanah.

Sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sistem penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi^[1]. Dari kutipan diatas dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa, sumber air bersih yang dimaksud dapat berupa air laut, air sungai, danau, dan yang paling sering kita temui di masyarakat ialah air sumur, baik sumur gali ataupun sumur bor.

DHL merupakan daya hantar listrik dari suatu benda atau suatu zat dan kemampuan benda itu sendiri untuk menghantarkan listrik. DHL air Material adalah suatu kebalikan tahanan dalam ohm yang diukur pada muka tanah yang berlawanan dalam $\text{cm} \times \text{cm}^3$ pada suhu 250C diukur dalam micromho (s) ^[2]. Jadi hantaran listrik adalah merupakan kebalikan dari tahanan, tetapi

karena besarnya DHL ini sangat kecil maka biasanya dinyatakan dalam micromha(s) yang besarnya sama dengan 10⁻⁶ mho. Sedangkan Kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai total Dissolved solid (TDS) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air.

Pada kasus spasial untuk melihat perubahan fisik dan kimiawi pada kualitas air pada badan air secara geostatistik dengan pendekatan Kriging akan menganalisa proses interpolasi. Kriging adalah teknik pembuatan optimal, yang memperkirakan lokasi titik tanpa sampel daerah menggunakan sifatsifat stuktural dari semivariogram dan set awal nilai data.

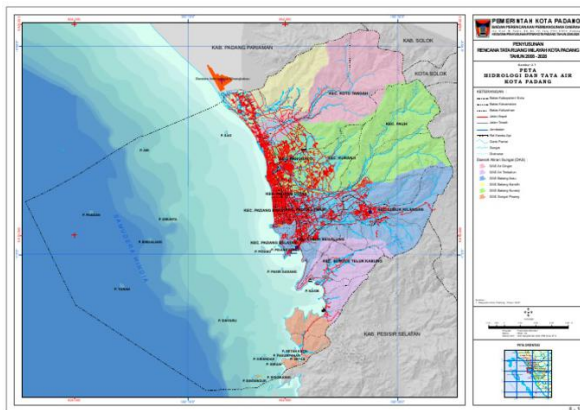
Kriging mempertimbangkan tata ruang dan memberikan variansi estimasi disetiap titik estimasi. Ditinjau dari cara estimasi dan penyelesaian perhitungannya terdapat berapa varian kriging. *Point kriging, Block Kriging, Ordinary Kriging, Co-Kriging, Kriging with a trend*. Semua varian kriging merupakan salah satu metode yang digunakan untuk interpolasi.

Interpolasi adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang telah diketahui. Akurasi interpolasi dapat mempengaruhi akurasi output model. Berdasarkan kasus yang menjadi

bahasan dalam penelitian ini digunakan *ordinary kriging* untuk penyelesaiannya. Metode *Ordinary Kriging* merupakan metode estimasi suatu peubah acak pada suatu titik (lokasi) tertentu dengan mengamati data yang sejenis dilokasi lain dengan *mean* data diasumsikan konstan tetapi tidak diketahui nilainya.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di kec. Padang Barat yang terletak di bagian barat kota padang, Provinsi Sumatera Barat. Lokasi Penelitian terletak antara 00°44'00"-01°08'35"LS dan 100°05'05"-100°34'09" BT dengan luas keseluruhan 694,96 Km.



Gambar 1. Peta Hidrologi Kota Padang

3. Kajian Teori

3.1. Pemetaan

Istilah pemetaan seringkali digunakan pada ilmu matematika untuk menunjukkan proses pemindahan informasi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Proses tersebut serupa dengan yang dilakukan oleh kartografer, yaitu memindahkan informasi dari permukaan bumi ke dalam kertas dan hasil dari pemindahan informasi tersebut dinamakan peta atau *map*^[3].

Dalam kamus bahasa Indonesia pemetaan atau visualisasi adalah pengungkapan suatu gagasan atau perasaan dengan menggunakan gambar, tulisan, peta, dan grafik. Sementara itu Spasser mengatakan bahwa "peta adalah alat relasi (relational tools) yang menyediakan informasi antar hubungan entitas yang dipetakan."

3.1.1. Berdasarkan sifat

3.1.1.1 Peta Topografi

Peta topografi adalah peta yang berisi informasi mengenai bentuk permukaan bumi. Informasi tersebut dapat berupa gambaran unsur-unsur alam, seperti sungai, laut, gunung ataupun berupa gambaran unsur-unsur buatan manusia, seperti perumahan serta pelabuhan.

3.1.1.2 Peta Tematik

Peta tematik merupakan peta yang memiliki suatu tema tertentu, atau menggabungkan beberapa unsur-unsur tertentu yang memiliki kesamaan. Contohnya adalah peta jaringan (jaringan pipa air minum, peta jaringan jalan, jaringan telekomunikasi, jaringan listrik, jaringan irigasi), peta ketinggian (kontur, Digital Terrain Model/ Digital Elevation Model), serta peta tata guna lahan (*land use*) seperti sawah, hutan, kebun, ladang.

3.1.2 Peta Digital

Perkembangan dalam teknologi komputer memungkinkan perpindahan media untuk pemetaan menjadi digital. Peta dapat diterjemahkan kedalam bentuk biner yang merupakan representasi dari *pixel-pixel* gambar. Dari bentuk tersebut, didapat informasi geografis yang memrepresentasikan keadaan sebenarnya.

3.1.3 Sistem Informasi Geografis (GIS)

SIG (Sistem Informasi Geografis) atau dikenal pula dengan GIS (*Geographical Information System*) merupakan suatu istilah dalam bidang pemetaan yang memiliki ruang lingkup mengenai bagaimana suatu sistem dapat menghubungkan objek geografis dengan informasinya.

SIG dapat didefinisikan sebagai kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang memungkinkan untuk mengelola (manage), menganalisa, memetakan informasi spasial berikut data atributnya (data deskriptif) dengan akurasi kartografi .

3.2. Air Tanah

Airtanah merupakan salah satu sumber daya air yang sangat penting dalam mencukupi kebutuhan manusia, baik untuk kebutuhan domestik maupun industri.

Air tanah pada umumnya terdapat dalam lapisan tanah baik dari yang dekat dengan permukaan tanah sampai dengan yang jauh dari permukaan tanah. Air tanah ini merupakan salah satu sumber air, ada saatnya air tanah ini bersih tetapi terkadang keruh sampai kotor, tetapi pada umumnya terlihat jernih.

3.2.1 Sumber Daya Air

Dalam UU No.7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air beberapa hal didefinisikan sebagai berikut^[4]:

- Sumber daya air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya.
- Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.
- Air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah.
- Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah.

- e. Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah.
- f. Daya air adalah potensi yang terkandung dalam air dan/atau pada sumber air yang dapat memberikan manfaat atau pun kerugian bagi kehidupan dan penghidupan manusia serta lingkungannya.

Terdapat lima sumber air yang dapat dimanfaatkan bagi kebutuhan kegiatan perkotaan, yaitu:

- a. Air hujan, yaitu air hasil kondensasi uap air yang jatuh ke tanah,
- b. Air tanah, yaitu air yang mengalir dari mata air, sumur artesis atau diambil melalui sumur buatan,
- c. Air permukaan, yaitu air sungai dan danau,
- d. Desalinasi air laut atau air payau/asin, dan
- e. Hasil pengolahan air buangan.

3.2.2 Sifat – Sifat Batuan dan Terjadinya Air Tanah

Air tanah ditemukan pada akifer. Pergerakan air tanah sangat lambat, kecepatan arus berkisar antara 10-10 sampai 10-3 m/detik dan dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari lapisan tanah, dan pengisian kembali air (recharge). Karakteristik utama yang membedakan air tanah dan air permukaan adalah pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal (residence time) yang sangat lama, dapat mencapai puluhan bahkan ratusan tahun. Karena pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang lama tersebut, air tanah akan sulit untuk pulih kembali jika mengalami pencemaran.

Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat dalam ruangruang antara butir-butir tanah dan di dalam retak-retakan dari batuan yang terdahulu disebut air lapisan dan terakhir disebut air celah (fissurewater) keberadaan air tanah sangat tergantung besarnya curah hujan dan besarnya air yang meresap kedalam tanah. Faktor lain yang mempengaruhi adalah kondisi litologi (batuan) dan geologi setempat.

Berdasarkan perlakuan batuan terhadap airtanah, maka batuan (sebagai media air) dapat dibedakan menjadi empat. yaitu :

a. Akuifer yaitu batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa sehingga dapat menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah yang berarti dibawah kondisi lapangan. Dengan demikian batuan ini berfungsi sebagai lapisan pembawa air yang bersifat permeabel. Contoh : pasir, batupasir, kerikil, batugamping dan lava yang berlubang-lubang.

b. Akuitar yaitu suatu tubuh batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa, sehingga dapat menyimpan air, tetapi hanya dapat mengalirkan dalam jumlah yang terbatas. Dengan demikian batuan ini bersifat semi permeabel. Contoh : pasirlempungan, lempungpasiran

c. Akuitar yaitu suatu tubuh batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa, sehingga dapat menyimpan air, tetapi hanya dapat mengalirkan dalam

jumlah yang terbatas. Dengan demikian batuan ini bersifat semi permeabel. Contoh : pasirlempungan, lempungpasiran.

d. Akuikud yaitu suatu tubuh batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa, sehingga dapat menyimpan air, tetapi tidak dapat mengalirkan air dalam jumlah yang berarti. Dengan demikian batuan ini bersifat kebal air. Contoh : lempung, lanau, tuf halus, serpih.

e. Akuifug yaitu suatu tubuh batuan yang tidak dapat menyimpan dan mengalirkan air. Dengan demikian batuan ini bersifat kebal air. Contoh: batuan beku yang kompak dan padat.

Kapasitas penyimpanan/cadangan air suatu bahan ditunjukkan dengan porositas yang merupakan nisbah volume rongga (v_v) dengan volume total (v),

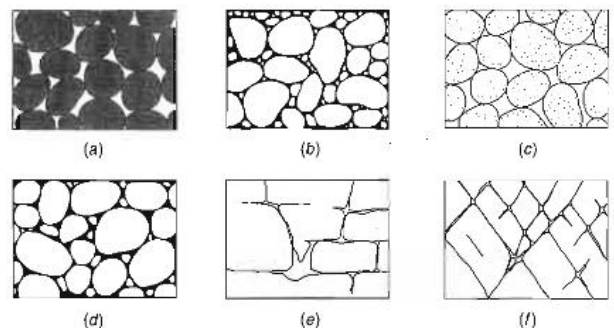
$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan

n = persen porositas (%)

V_v = volume rongga (v)

V = volume total batuan (gas, cair, padat (cm^3))



Gambar 2. Jenis - jenis rongga batuan

3.3. Kedalaman (*depth*)

Kedalaman Air Tanah Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya perbedaan kedalaman air tanah adalah sebagai berikut:

a. Permeabilitas Tanah

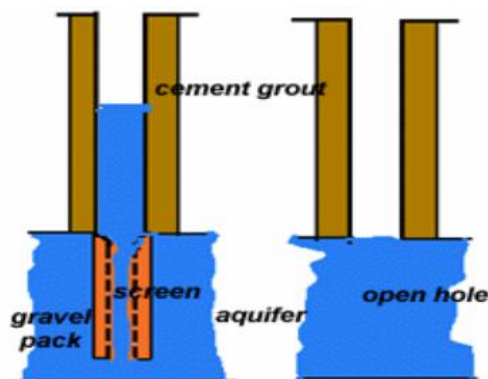
Permeabilitas tanah adalah tingkat kemampuan lapisan batuan atau kemampuan tanah dalam menyerap air. Hal ini ditentukan oleh besar kecilnya pori-pori batuan penyusun tanah. Semakin besar pori-pori batuan, semakin banyak air yang dapat diserap oleh tanah tersebut.

b. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng atau topografi curam menyebabkan air yang lewat sangat cepat sehingga air yang meresap sangat sedikit.

3.4. Sumur bor

Konstruksi sumur bor sangat tergantung dari kondisi akuifer serta kualitas air tanah. Oleh sebab itu ada bermacam-macam jenis konstruksi sumur bor.



Gambar 3. sumur bor

Untuk mengetahui besarnya debit yang dapat dihasilkan oleh suatu sumur dilakukan dengan cara uji pemompaan. Prinsipnya adalah memompa air tanah dari sumur dengan debit konstan tertentu dan mengamati surutan muka air tanah selama pemompaan berlangsung. Dari situ dapat dilihat berapa besar kapasitas jenis sumur, yakni jumlah air yang dapat dihasilkan dalam satuan volume tertentu apabila muka air di dalam sumur diturunkan dalam satu satuan panjang. Di samping itu dari uji pemompaan dapat diketahui juga parameter akuifer, seperti angka kelulusan.

3.5. Daya Hantar Listrik (DHL)

Daya hantar listrik adalah bilangan yang menyatakan kemampuan larutan cair untuk menghantarkan arus listrik. Kemampuan ini tergantung keberadaan ion, total konsentrasi ion, valensi konsentrasi relatif ion dan suhu saat pengukuran. Makin tinggi konduktivitas dalam air, maka air akan terasa payau sampai asin. Besarnya nilai daya hantar listrik digunakan sebagai indikator tingkat kesuburan perairan. Tingginya daya hantar listrik menandakan banyaknya jenis bahan organik dan mineral yang masuk sebagai limbah ke perairan. Pada kondisi normal, perairan memiliki nilai DHL berkisar antara 20 - 1500 $\mu\text{S/cm}$. Sementara itu, alat yang digunakan dalam pengukuran daya hantar listrik adalah konduktivimeter.

Konduktivitas atau daya hantar listrik (DHL) merupakan ukuran dari kemampuan larutan untuk menghantarkan arus listrik. Semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL. Selain itu, bilangan valensi dan konsentrasi ion-ion terlarut sangat berpengaruh terhadap nilai DHL. Asam, basa dan garam merupakan penghantar listrik yang baik, sedangkan bahan organik (sukrosa dan benzene) yang tidak dapat mengalami disosiasi merupakan penghantar listrik yang jelek.

Tabel 1. klasifikasi air tanah berdasarkan DHL

No	DHL (mikro Mhos/cm)	Jenis air
1	0 - 1000	Air tawar
2	1000 - 2000	Air payau
3	2000 - 10000	Air asin
4	> 10000	Sangat asin

Sumber: Saeni, 1989

Konduktivitas air dapat dinyatakan dalam satuan mhos/cm atau Siemens/cm. Konduktivitas air murni berkisar antara 0-200 $\mu\text{S/cm}$ (*low conductivity*), konduktivitas sungai besar/major berkisar antara 200-1000 $\mu\text{S/cm}$ (*mid range conductivity*), dan air saline adalah 1000-10000 $\mu\text{S/cm}$ (*high conductivity*). Nilai konduktivitas untuk air layak minum sekitar 42-500 $\mu\text{mhos/cm}$.

$$TDS \left(\frac{mg}{L}\right) = DHL \left(\frac{mmhos}{cm} \text{ atau } \frac{ds}{m}\right) \times 640 \tag{2}$$

Hubungan TDS dan DHL dapat direpresentasikan dalam satuan sebagai berikut :

- 1 μS = 1 S/cm
- 1S/cm = 1 mho/cm
- 1 $\mu\text{S/cm}$ = 0,5 ppm
- 1 ppm = 2 $\mu\text{S/cm}$

3.5.1 Konduktivitas dan Aliran Air

Pengaruh aliran air pada nilai konduktivitas dan salinitas cukup mendasar. Jika inflow merupakan sumber air tawar, maka akan menurunkan nilai salinitas dan konduktivitas. Sumber air tawar meliputi mata air, lelehan salju, bening, aliran bersih dan air tanah segar. Di sisi lain dari spektrum, aliran air tanah yang sangat termineralisasi akan meningkatkan konduktivitas dan salinitas.

Tingkat kerusakan kondisi dan lingkungan airtanah dapat diketahui dengan analisis kualitasnya berdasarkan parameter *conductivity* (gambaran numerik dari kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik tergantung pada kandungan garam-garam terlarut yang dapat terionisasi dalam air pada temperatur saat pengukuran dilakukan. Secara teoritis air laut memiliki nilai *conductivity* yang tinggi karena mengandung banyak senyawa kimia yang mengakibatkan tingginya nilai salinitas dan daya hantar listrik. Oleh karena itu, untuk memprediksi suatu daerah terintrusi air laut dapat dilihat dari pola penyebaran hubungan nilai *conductivity* terhadap jarak dari garis pantai. Semakin jauh dari garis pantai secara teoritis nilai *conductivity* semakin kecil.

3.5.2 Konduktivitas dan Tingkat Air

Konduktivitas air karena fluktuasi tingkat air sering langsung terhubung ke aliran air. Fluktuasi konduktivitas dan salinitas karena perubahan tingkat air paling terlihat di muara. Saat air pasang naik, air asin dari laut didorong ke muara, meningkatkan salinitas dan nilai konduktivitas. Ketika air pasang jatuh, air asin ditarik kembali ke arah lautan, menurunkan konduktivitas dan salinitas.

3.6. Total Dissolved Solid (TDS)

Kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai total Dissolved solid (TDS) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air. Sebagai contoh adalah air permukaan apabila diamati

setelah turun hujan akan mengakibatkan air sungai maupun kolam kelihatan keruh yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi didalam air, sedangkan pada musim kemarau air kelihatan berwarna hijau karena adanya ganggang di dalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah, sehingga tidak kelihatan oleh mata telanjang . Padatan total adalah bahan yang tersisa setelah air sampel mengalami evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu.

Tabel 2. Klasifikasi Padatan di Perairan berdasarkan Ukuran Diameter

No.	Klasifikasi Padatan	Ukuran Diameter (µm)	Ukuran Diameter (mm)
1	Padatan Terlarut	< 10 ⁻³	< 10 ⁻⁶
2	Koloid	10 ⁻³ – 1	10 ⁻⁶ - 10 ⁻³
3	Padatan Tersuspensi	> 1	> 10 ⁻³

Sumber : Effendi, 2003.

TDS adalah baik dinyatakan dalam garam perkilogram air, atau dalam bagian per seribu (ppt atau %). Sebagai contoh, jika anda memiliki 1 gram garam, dan 1.000 gram air, salinitas yang didapatkan adalah sebesar 1 g/kg, atau 1 ppt. Air tawar mempunyai sedikit garam, biasanya kurang dari 0,5 ppt. Air tawar dengan salinitas 0,5-17 ppt disebut air payau, yang ditemukan muara sungai dan rawa-rawa garam pantai.

Tabel 3. Nilai Salinitas dalam berbagai Jenis Air

Sebutan istilah	Salinitas (ppt)
Air tawar	
Fresh water	< 0,5
Oligohaline	0,5 – 3,0
Air payau	
Mesohaline	3,0 – 16,0
Polyhaline	16,0 – 30,0
Air asin	
Marine	30 – 40

3.7. Ordinary Kriging

Kriging merupakan analisis data geostatistika yang digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai yang mewakili suatu titik yang tidak tersampel berdasarkan titik-titik tersampel yang berada di sekitarnya dengan mempertimbangkan korelasi spasial yang ada dalam data tersebut. Kriging merupakan suatu metode interpolasi yang menghasilkan prediksi atau estimasi tak bias dan memiliki kesalahan minimum. Metode estimasi ini menggunakan variogram yang merepresentasikan perbedaan spasial dan nilai diantara semua pasangan sampel data. Variogram juga menunjukkan bobot yang digunakan dalam interpolasi.

Pada metode *Ordinary Kriging*, nilai-nilai sampel yang diketahui dijadikan kombinasi linier untuk menaksir titik-titik disekitar daerah (lokasi) sampel. Pada *Ordinary Kriging*, $m(s)$ merupakan *mean* dari $Z(s)$ yaitu $m(s)=E(Z(s))$, dimana $E(Z(s)) = \mu$

3.7.1 Metode Perhitungan Sumberdaya

Secara umum, pemodelan dan perhitungan sumberdaya batubara memerlukan data-data dasar sebagai berikut Peta topografi, Data dan sebaran titik bor, Peta geologi lokal (meliputi litologi, stratigrafi, dan struktur geologi).

a. Statistik Univarian adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antar masing-masing data dari suatu populasi tanpa memperhatikan lokasi dari data-data tersebut.

Parameter statistik lainnya yang digunakan untuk analisis statistik univarian adalah sebagai berikut:

I. Mean (µ) atau rata-rata

Nilai yang mewakili sekelompok data dan nilainya mempunyai kecenderungan berada di tengah-tengah populasi (ratarata dari populasi data), secara matematis dinyatakan dengan persamaan

$$\frac{\mu}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 1 \tag{3}$$

Keterangan: μ = rata-rata data observasi
 N = banyaknya data observasi
 X_i = nilai data observasi
 Σ = jumlah

II. Median

Nilai data observasi yang berada di tengah-tengah urutan data (data observasi yang membagi data menjadi dua bagian yang sama banyak) dengan rumus:

$$Md = B_{\frac{N}{2}} + \frac{(\frac{N}{2} - cf)}{f} Md \tag{4}$$

Keterangan : Md = Median
 B_o = Tepi kelas bawah Median
 N = Banyak Data
 Cf = frekuensi kumulatif kelas median
 $F Md$ = frekuensi kelas Median
 C_i = interfal kelas Median

III. Modus

Suatu nilai yang memiliki frekuensi yang terbesar atau nilai yang paling banyak muncul dalam suatu populasi. *Modus* mungkin ada dan mungkin juga tidak ada.

$$Mo = B_{Mo} + \left(\frac{d^1}{d^1 + d^2} \right) . C_i \tag{5}$$

Keterangan: Mo = Modus
 B_{Mo} = Tepi kelas bawah kelas Modus
 d = Selisih frekuensi kelas Modus dengan frekuensi kelas sebelumnya
 d^2 = Selisih frekuensi kelas Modus dengan frekuensi kelas sesudahnya
 C_i = Interval kelas Modus

Hubungan antara *mean*, *Median* dan *Modus* adalah untuk mengetahui kemiringan kurva polygon distribusi frekuensi data observasi.

IV. Range

Range atau daerah jangkauan adalah selisih antara nilai terbesar sama nilai terkecil dari serangkaian data.

$$JK = B \text{ Max} - B \text{ Min} \tag{6}$$

Keterangan : Jk = Daerah jangkauan
 BMax = Batas atas kelas dari kelas tertinggi
 B Min = Batas bawah kelas dari kelas terendah

V. Jangkauan antara Kuartil

Sekumpulan data yang telah disusun mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar, kemudian dibagi menjadi empat bagian yang sama. Ada tiga jenis kuartil yaitu kuartil bawah (**K₁**), Kuartil tengah (**K₂**) dan kuartil atas (**K₃**).

$$K_i = Bb + P \left(i \cdot \frac{n}{4} - Jf/f \right) \tag{7}$$

Dimana:
 K_i = Nilai kuartil ke i
 Bb = Batas bawah kelas yang mengandung nilai kuartil
 P = Panjang Kelas
 i = Letak kuartil i
 Jf = Jumlah semua frekuensi kumulatif sebelum kelas kuartil

VI. Varians (σ²)

Varians merupakan ukuran penyebaran data yang sering digunakan. Varians merupakan ukuran penyebaran data yang mengukur rata-rata jarak kuadrat semua titik pengamatan terhadap titik pusat (rata-rata). Jika **X₁ X₂ . . . X_n** adalah anggota suatu populasi terhingga berukuran N. Maka varians populasinya adalah:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum (X_i - \mu)^2 \tag{8}$$

VII. Simpangan Baku (Standar Deviasi)

Simpangan baku adalah nilai yang menunjukkan tingkat variasi kelompok data atau ukuran standar penimpangan dari nilai rata-ratanya.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2 / (n-1)} \tag{9}$$

b. Statistik Spasial

Statistik spasial adalah segala teknik analisis untuk mengukur distribusi suatu kejadian berdasarkan keruangan. Keruangan yang dimaksud disini adalah variabel yang ada di permukaan bumi seperti kondisi topografi. Berbeda dengan statistik non spasial yang tidak memasukkan unsur keruangan dalam analisisnya. yaitu:

- 1) Diperolehnya pemahaman yang lebih baik mengenai fenomena geografis dari suatu kejadian
- 2) Diketahuinya dengan tepat penyebab suatu kejadian berdasarkan pola geografis yang spesifik
- 3) Disimpulkannya distribusi kejadian berdasarkan satuan data

- 4) Diperolehnya keputusan yang lebih baik dengan tingkat kepercayaan yang lebih tinggi.

c. Variogram

Variogram dikatakan sebagai karakteristik variable diantara dua kuantitas (conto) $Z(x_i)$ dan $Z(x_i+h)$ (Journel & Huigbreight). variogram eksperimental dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [(Z(s_i+h) - Z(s_i))] \tag{10}$$

Dimana: $\gamma(h)$ = Variogram Eksperimental
 $Z(s_i)$ = Nilai kadar pada lokasi s_i
 $Z(s_i+h)$ = Nilai kadar pada lokasi s_i+h
 $N(h)$ = Jumlah pasangan data

4. Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah ilmu mengenai jalan yang dilewati untuk mencapai pemahaman. Jalan tersebut harus ditetapkan secara bertanggung jawab ilmiah dan data yang dicari untuk membangun/memperoleh pemahaman harus melalui syarat ketelitian. artinya harus dipercaya kebenarannya.

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian eksperimen. penelitian tipe kuantitatif dapat digunakan apabila data yang dikumpulkan berupa data kuantitatif atau jenis data lain yang dapat dikuantitaskan dan diolah menggunakan teknik statistik.

Metode ini disebut metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik. Teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen. penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

4.2. Teknik Pengumpulan Data

Cara pengambilan data - data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Studi kepustakaan, yaitu pengumpulan data-data dari literatur-literatur dan internet tentang pengambilan sample dan cara menjalankan SGeMs.
2. Observasi lapangan, yaitu pengamatan di lapangan meliputi kegiatan pengambilan sample.

Adapun data – data yang dikumpulkan terbagi menjadi dua, yaitu:

4.2.1 Data Primer

Data Primer meliputi:

- 1) Data hasil pengukuran parameter air
- 2) Data GPS berupa koordinat, jarak dari pantai, ketinggian
- 3) Data MAT masing – masing sumur di Kota Padang

4.2.2 Data Sekunder

Data Sekunder meliputi:

- a. Gambaran umum daerah pengambilan sample
- b. Data geologi regional

4.3. Pengolahan Data

Adapun pengolahan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Menyusun data pada *ms. Excel* sesuai dengan parameter-parameter yang diteliti.
- b. Data yang telah dikelompokkan maka dibuat lah diagram batang, pada masing – masing parameternya.
- c. Analisis yang digunakan dalam mengkaji hubungan antara variabel-variabel berdasarkan pengaruh musim yang di inginkan adalah analisis regresi univariate menggunakan *software SGeMs*

4.3. Teknik Analisis Data

4.3.1. Tahapan Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menganalisis data primer yang telah diambil sehingga didapatkan nilai-nilai berikut:

- a. Nilai masing – masing parameter yang diteliti, pada tahapan ini penulis ingin melihat perbandingan nilai dari 2 parameter masing – masing yang diteliti (TDS & DHL).
- b. Nilai dari koefisien hubungan antara parameter – parameter yang penulis teliti, baik dari uji analisis multivariate, yang bertujuan untuk melihat seberapa besar hubungan variabel-variabel tersebut.
- c. Nilai dari uji t dan uji f antara variabel – variabel yang diteliti, untuk menjawab hipotesa ditolak atau diterimanya pernyataan hipotesa penulis.
- d. Nilai MAT berfungsi untuk melihat batang tubuh air.
- e. Nilai dari masing – masing parameter yang telah disusun dalam *ms. Excel* tersebut akan di jadikan sebagai data untuk pembuatan peta zonasi masing – masing parameter di Kota Padang Perhitungan Analisis Statistik *Multivariate*. Akan menghasilkan histogram ini terdapat nilai *mean, median, variance, maksimum, minimum, upper quartile* dan *lower quartile*. Nilai *variance* yang didapatkan pada histogram ini akan digunakan sebagai parameter dalam *fitting variogram*.

4.3.2. Pembuatan Grid

Pembuatan grid dilakukan berdasarkan pada nilai range x, y, z, jarak rata-rata antar lubang bor dan nilai titik koordinat minimum.

Ada 9 parameter yang diperlukan dalam pembuatan grid ini yaitu:

- a. *Number of cell (X, Y, Z)* menunjukkan berapa jumlah blok x, y dan z pada grid tersebut. *Number of cell x, y, z* didapatkan dari nilai range dibagi dengan nilai *size of cell* (ukuran blok).
- b. *Size of cell (X, Y, Z)* menunjukkan ukuran dari tiap blok x, y dan z pada grid tersebut. Nilai *Size of cell x* dan *y* merupakan setengah dari jarak rata-rata antar lubang bor terdekat sedangkan nilai *size of cell z* merupakan nilai kedalaman lubang bor minimum.
- c. *X, Y, Z coordinate of the origin of the grid* menunjukkan koordinat minimum dari x, y dan z.

4.3.3. Analisis Statistik multivariate

Pada pengolahan data analisis statistik multivariate dilakukan beberapa tahapan yaitu:

a) Variogram Eksperimental

Pada tahap ini kita perlu memasukkan nilai parameter penyusun variogram eksperimental yaitu:

Number of lag (jumlah lag) yang didapatkan dari jarak diagonal grid dibagi *lag separation*

- 1) *Lag separation* merupakan nilai jarak lubang bor terdekat
- 2) *Lag tolerance* bernilai 1/2 dari *lag separation*
- 3) *Number of direction*
- 4) *Azimuth, dip, angle tolerance* dan *bandwidth*

b) Variogram Model

Setelah semua parameter variogram eksperimental dimasukkan kita tentukan model variogram yang akan dipakai. Model variogram yang akan digunakan disesuaikan dengan bentuk dari persebaran data pada variogram eksperimental.

c) Fitting Variogram

Pada tahap *fitting variogram* kita masukkan nilai *variance* dari histogram sebagai nilai *sill+nugget*, kemudian lakukan *fitting variogram* dengan ketentuan yang telah dijelaskan pada dasar teori.

4.3.4. Estimasi dengan metode ordinary kriging

Pada penelitian ini peneliti akan melakukan *kriging* untuk masing-masing parameter TDS dan DHL. Estimasi dengan metode *kriging* ini menggunakan parameter-parameter sebagai berikut:

Data yang digunakan berjumlah 127 Sumur

- a) Luas daerah pencarian (*search area*) berupa *ellipsoid* yang dinyatakan dengan

parameter sumbu yaitu : Rmax, Rmed, dan Rmin. Pemilihan nilai Rmax disesuaikan dengan area estimasi terjauh. Untuk nilai *angle* (sudut) dipakai 0° karena pada Airtanah memiliki sifat keseragaman yang tinggi (homogen).

b) Untuk parameter hasil variogram (*nugget effect*, *sill*, dan *range*) disesuaikan dengan hasil sebelumnya per masing-masing parameter TDS dan DHL.

1. Koreksi Topografi Terhadap Hasil Estimasi *Ordinary Kriging*

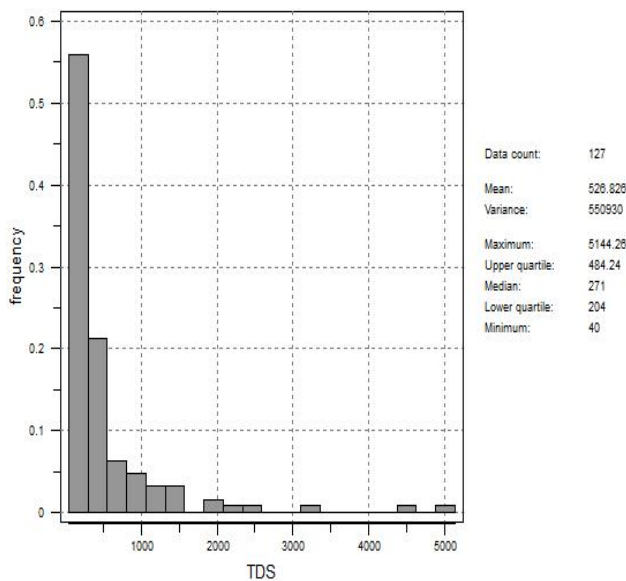
Koreksi topografi terhadap hasil estimasi *ordinary kriging* dilakukan dengan menggunakan *python*. Hasil koreksi topografi ini akan dimodelkan dengan mempresentasikan penyebaran cadangan sumberdaya batubara hasil *ordinary kriging* blok tiga dimensi.

- 2. Melihat perbandingan TDS dan DHL dengan metode *ordinary kriging*.
- 3. Membuat pemodelan geologi dengan menggunakan *software Arcgis*

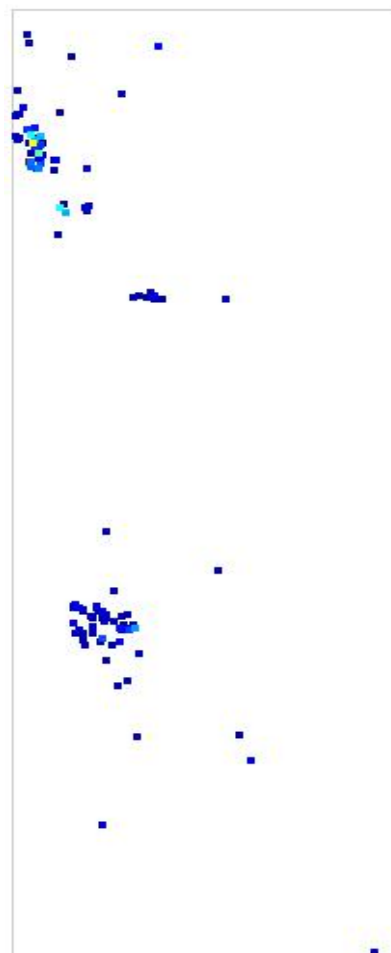
5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Hasil Histogram DHL

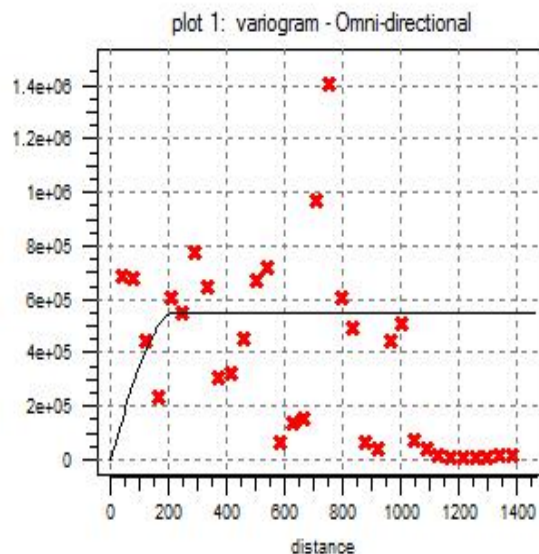
Kegiatan ini berguna untuk mengetahui hasil univariat dari Daya Hantar Listrik, dan mengetahui secara langsung yang dibutuhkan untuk membuat variogram TDS.



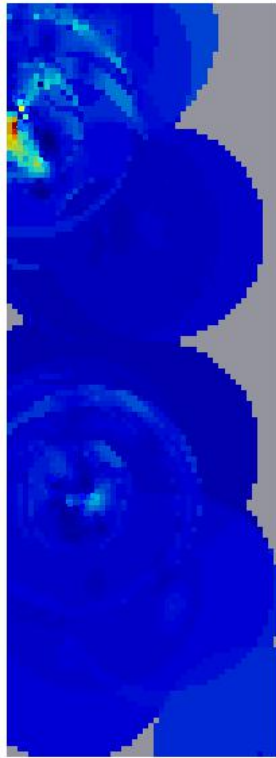
Gambar 4. Histogram DHL



Gambar 5 Data Aktual Geometri Peledakan



Gambar 6. variogram DHL

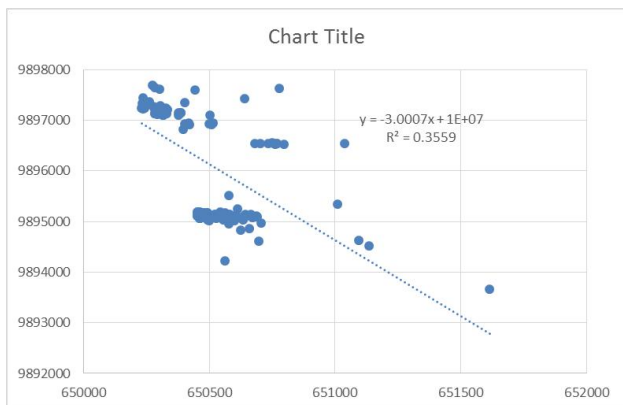


Gambar 7. Hasil Estimasi kriging

```

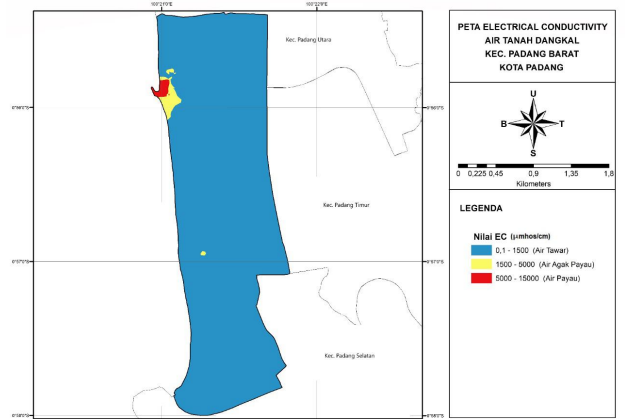
Python (command line)
Python 2.7.12 (v2.7.12:d33e0cf91556, Jun 27 2016, 15:19:22) [MSC v.1500
Intel) on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> fil = open ("E:\\koordinat_DHL&TDS.txt","w")
>>> z=0
>>> i=0
>>> while i <1:
...     j=0
...     y=9893665
...     while j <138:
...         k=0
...         x=650233
...         while k<50:
...             fil.write("%i\t%i\t%i\n"%(x,y,z))
...             x+=30
...             k+=1
...         y+=30
...         j+=1
...     z+=0
...     i+=1
>>> fil.close()
    
```

Gambar 8. Pengolahan Dengan Python



Gambar 9. regresi linier

Pada Gambar sembilan dapat diketahui nilai dari kumpulan data dapat dicari dengan rumus regresi linier $Y=3,0007X+1e+07$



Gambar 10. Hasil Keadaan Permodelan Peta Geologi

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan seperti berikut:

1. Nilai DHL (EC) yang paling tinggi terdapat di kel. Purus.
2. Sebagian besar daerah pesisir Kota Padang mengalami intrusi air laut, terbukti berdasarkan pengukuran nilai salinitas air tanah dangkal dimana rata-rata kandungan salinitas berada pada kisaran 0,5 ppt – 30 ppt yaitu air agak asin/payau (*moderately saline*) baik pada kondisi air laut pasang maupun kondisi air laut surut.

6.2. Saran

1. Hendaknya pemerintah yang terkait untuk memberikan perhatian guna meminimalisir dampak yang dialami air tanah dangkal yang mengalami intrusi air asin.
2. Pada kawasan yang terindikasi air asin agar air sumur dangkal tidak digunakan untuk konsumsi sehari-hari karena tidak baik untuk kesehatan dan perabot rumah.

Daftar Pustaka

[1] Amri, Hafizul., Putra, Ardian. *Estimasi Pencemaran Air Sumur yang Disebabkan Oleh Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Tiram, Kecamatan Ulakan Tapakis, Kabupaten Padang Pariaman*. Jurnal Fisika Unand. Vol. 3. No.4.Oktober 2014. ISSN. 2302-8491 (2014)

[2] Leidonald, Rusdi. *Kajian Intrusi Air Laut pada Sumur Dangkal di Desa Denai Kuala di Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang*.Jurnal Manajemen dan Sumberdaya Perairan USU. (2015)

[3] Afrianita, Reri. dkk. *Analisis Intrusi Air Laut dengan Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Air Sumur Gali di Kecamatan Padang Utara*. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND. (2017)

- [4] Serikat Negara, R.I. (2004) Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air
- [5] Indriastoni, Rendi Novi. *Intrusi Air Laut Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Kota Sawahlunto*.
- [6] Sihwanto, Satriyo. 1991. Metode Penentuan Penyebab Keasinan Air Tanah : Studi Kasus Daerah Dataran Pantai Dumai, Riau[Kumpulan Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia]. Bandung(ID). Hal 26-40
- [7] Widada S. 2007 . Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Kota Pekalongan. *Jurnal Ilmu Kelautan ISSN 0853-7291*. 12(1): 45-52.
- [8] Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- [9] Gusman, M., Muchtar, B., N., Akbar, M.D., and Deni, A.V. Estimation Of Limestones Using Three Dimension Block Kriging Method, a Case Study : Limestone Sediment at PT Semen Padang. IOP Conf. Series: Earth and EnvironmentalScience 314 (2019) 012069,2019,pp.1-10
- [10] Machbub, B. 2004. Pengelolaan Kualitas Lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk Menunjang Pembangunan yang Berkelanjutan. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan* : Vol. 24(2) : 137-157.
- [11] Husni mubarak kurnia zein, A. 2012 “Sebaran TDS, DHL, Penurunan Muka Airtanah dan Prediksi Intrusi Air Laut di Kota Tangerang Selatan” bogor Agritucultural University(2012).