

POLA SEBARAN DATA *SELF POTENTIAL* METODE GEOLISTRIK PADA RANCANG BANGUN BAK UKUR SKALA LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE ORDINARY KRIGING

Guskarnali^{1a}, Irvani², Haslen Oktarainty³, Delita Ega Andini⁴, E.P.S.B Taman Tono⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB, Desa Balun Ijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka,
Propinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^(a)email korespondensi: guskarnali@ubb.ac.id

ABSTRAK

Pengukuran geolistrik yang dilakukan pada media rancang bangun bak ukur skala laboratorium dengan dimensi (194cm x 184cm x 80cm) menggunakan alat geolistrik *type* resistivitas S-Field 16 Multichannel guna melihat pengaruh pola sebaran data geolistrik dalam hal ini data self potential (SP) menggunakan spasi 10 meter antar elektroda yang tetap terhadap pemilihan konfigurasi Dipole-dipole, Wenner, dan Schlumberger. Data SP pada tiap penetrasi dilakukan interpolasi per penetrasi yang saling berhubungan antar data terhadap jarak sehingga diperoleh satu lintasan satu data SP secara lateral yang mewakili pengaruh antar elektroda dengan asumsi data tersebut sudah mewakili dari sejumlah data SP per penetrasi pada tiap konfigurasi. Data yang dipilih dilakukan pengolahan dengan pendekatan metode ordinary kriging (point kriging) sehingga diperoleh pola sebaran data SP secara lateral. Data SP dilakukan statistik deskriptif unvarian diperoleh summary statistics unvarian yang dipilih No-transformation data. *Fitting* variogram menggunakan *type* isotropik dengan parameter *fitting* variogram tiap konfigurasi berbeda-beda. Hasil penaksiran metode ordinary kriging dari tiga konfigurasi menunjukkan pola sebaran konfigurasi Wenner sama dengan Schlumberger sedangkan konfigurasi Dipole-dipole berbeda dengan nilai SP berada pada rentang nilai 0,03 sampai 0,26 mV. Hasil penaksiran data SP pada tiap konfigurasi dilakukan uji validasi silang yang menunjukkan konfigurasi Wenner lebih baik dari konfigurasi Dipole-dipole dan Schlumberger dengan nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,234.

Kata kunci: *Geolistrik, ordinary kriging, self potential*

PENDAHULUAN

Pembelajaran secara teori perlu dilakukan pengujian/ implementasi/ praktek di lapangan agar lebih memahami konsep yang diperoleh terhadap studi kasusnya. Dalam mendukung praktek di lapangan perlu instrumentasi yang memudahkan sebagai objek pembelajaran yang berskala laboratorium. Keberadaan objek berskala laboratorium memberikan kemudahan dan efektifitas bagi para pelajar guna memahami implementasi alat dan pengaruh yang diperoleh dari model bawah permukaan.

Implementasi alat yang mendukung untuk melihat pengaruh bawah permukaan pada umumnya menggunakan metode geolistrik. Pengukuran metode geolistrik dilakukan dengan cara memasang elektroda arus dan potensial pada satu garis lurus dengan spasi tetap/ sesuai dengan konfigurasi pengukuran. Hubungan dari setiap posisi elektroda (arus dan potensial) akan diperoleh nilai tahanan jenis semu atau disebut dengan penampang *apparent resistivity* (Loke, 2000).

Pembelajaran yang membutuhkan praktek haruslah difasilitasi guna mendukung konsep teori agar dapat langsung diaplikasikan terhadap instrumen yang terdapat pada laboratorium. Studi

kasus dalam penelitian ini mengenai implementasi instrumen alat geolistrik terhadap pengaruh dari objek pada rancang bangun bak ukur skala laboratorium secara dua dimensi (lateral). Instrumentasi alat geolistrik *type* resistivitas multichannel dengan data *Self Potential* (SP)/ potensial diri, merupakan bagian data yang terukur dari hasil pengukuran geolistrik.

Data SP merupakan data yang memberikan informasi tegangan statis alam (objek) yang ditimbulkan dari hasil pengukuran geolistrik yang berada di permukaan tanah/ disekitar elektroda (Sharma, 1997); (Edwin & Cahit, 1988); (Reynolds, 2011). Sinyal SP dapat memperkirakan potensi dan distribusi kerapatan arus dari bawah permukaan dan mengevaluasi karakteristik distribusi abnormal (Bai dkk., 2021).

Metode potensi diri bersifat pasif yang memanfaatkan potensi diri yang terjadi di bawah permukaan tanah (Arisalwadi *et al.*, 2020). Metode ini mengukur potensi diri di permukaan yang disebabkan oleh adanya aktivitas elektrokimia dan mekanik (Nyquist and Corry, 2002). *Self Potential* terjadi di bawah permukaan tanah dan disebabkan oleh elektrokinetik atau potensial aliran yang dihasilkan oleh fluida dan fluks panas di tanah,

potensi difusi melintasi batas-batas antara wilayah komposisi kimia yang berbeda, dan reaksi redoks di sekitar badan bijih dan benda logam yang terkubur (Zakaria *et al.*, 2020).

Data SP selama ini dimanfaatkan sebagai *secondary tools* untuk keperluan eksplorasi bawah permukaan dalam mendukung data resistivitas (Widiastuti *dkk.*, 2017). Hal ini dikarenakan data SP merupakan data pasif yang tanpa menginjeksikan arus listrik lewat permukaan tanah, melainkan memanfaatkan perbedaan potensial alami tanah yang diukur melalui dua titik pengukuran yang dipasang dipermukaan tanah (Telford *et al.*, 1990).

Pengukuran menggunakan alat geolistrik *type* Resistivitas S-Field 16 elektroda otomatis multichannel dengan perangkat lunak yang menjadi penghubung/ instrumen pengukuran bernama Geores yang terpasang di laptop memberikan informasi mengenai kondisi probe (elektroda) yang digunakan dan pilihan konfigurasi (Dipole-dipole, Wenner, dan Schlumberger). Data geolistrik yang diperoleh berupa data resistivitas dan self potential (SP). Data potensi diri yang diukur diperoleh secara vertikal berdasarkan penetrasi kedalaman dan horizontal terhadap panjang lintasan yang kemudian menjadi satu data pengukuran untuk diolah sehingga memberikan pengaruh data lapangan terhadap pola penyebaran penaksiran data.

Ordinary kriging merupakan metode geostatistik dengan teknik bersifat *Best Linear Unbiased Estimator* disingkat BLUE. Proses penaksiran dengan melibatkan pengaruh dari antar sampel secara spasial dengan rata-rata serta metode estimator tak bias (Isaaks dan Srivastava, 1989). Metode ini juga memanfaatkan aspek spasial untuk

menaksirkan nilai pada suatu titik atau blok tertentu berdasarkan nilai-nilai pada titik atau blok yang telah teramati. Perkiraan sebaran data potensi diri (Self Potential) yang diperoleh digunakan untuk mengestimasi sebaran data secara 2 dimensi dari pengaruh titik sampel antara elektroda pengukuran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pengukuran metode geolistrik dengan lintasan sebanyak 7 (tujuh) lintasan yang terdiri dari 5 lintasan arah Barat-Timur (BT), dan 2 lintasan arah Utara-Selatan (US), dengan panjang lintasan 160 cm dan jarak antar elektroda 10 cm. Objek media pengukuran pada rancang bak ukur skala laboratorium dengan dimensi panjang x lebar x tinggi sebesar 194cm x 184cm x 80cm (Gambar 1a) sedangkan pengukuran menggunakan alat geolistrik *type* Resistivitas S-Field 16 elektroda otomatis multichannel (Gambar 1b).

Pengukuran metode geolistrik menggunakan variasi pengukuran secara aktif dengan mengatur metode pengukuran pada perangkat lunak (Geores *software*) yakni konfigurasi Wenner, Schlumberger dan Dipole-dipole tanpa mengubah posisi elektroda yakni tetap pada posisi spasi antar elektroda (a) sebesar 10 cm seperti susunan elektroda konfigurasi Wenner. Hasil pengukuran geolistrik diperoleh 2 *format save otomatis* yakni DAT File, dapat langsung digunakan ke tahap pengolahan untuk menampilkan penampang resistivitas dan Text Document dari konfigurasi Dipole-dipole, Wenner, dan Schlumberger memberikan informasi data yang terdiri dari 5 data berupa data datum, data self potensial (SP), data arus terhadap elektroda arus (I:AB), data potensial terhadap elektroda potensial (V:MN), dan Time (Gambar 1c).



(a) Lintasan pengukuran geolistrik pada bak ukur skala laboratorium



(b) Seperangkat alat geolistrik *type* Resistivitas S-Field 16 Multichannel

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
2	1	2	3	4	5	2	0.1434	0.0984	31.98	2:10:20 AM
3	1	3	4	5	6	3	0.0862	0.0945	31.07	2:10:31 AM
4	1	4	5	6	7	4	0.0596	0.0691	27.92	2:10:43 AM
5	1	5	6	7	8	5	0.1147	0.0598	16.33	2:10:55 AM
.....
.....
.....
.....
32	4	2	6	10	14	2	0.1855	0.0531	1.397	2:15:56 AM
33	4	3	7	11	15	3	0.1339	0.0647	2.676	2:16:07 AM
34	4	4	8	12	16	4	0.0974	0.0575	2.155	2:16:18 AM

(c) Contoh data dalam *format save* Text Document

Gambar 1. Instrumen pengukuran metode geolistrik

Data pengukuran metode geolistrik pada konfigurasi Wenner dan Dipole-dipole diperoleh berjumlah 30 data datum per lintasan dengan kedalaman penetrasi-1 sebanyak 12 data, penetrasi-2 sebanyak 9 data, penetrasi-3 sebanyak 6 data, penetrasi-4 sebanyak 3 data,

sedangkan konfigurasi Schlumberger berjumlah 42 data datum per lintasan dengan kedalaman penetrasi-1 sebanyak 12 data, penetrasi-2 sebanyak 10 data, penetrasi-3 sebanyak 8 data, penetrasi-4 sebanyak 6 data, penetrasi-4 sebanyak 4 data, dan penetrasi-5 sebanyak 4

data dan penetrasi-6 sebanyak 2 data.

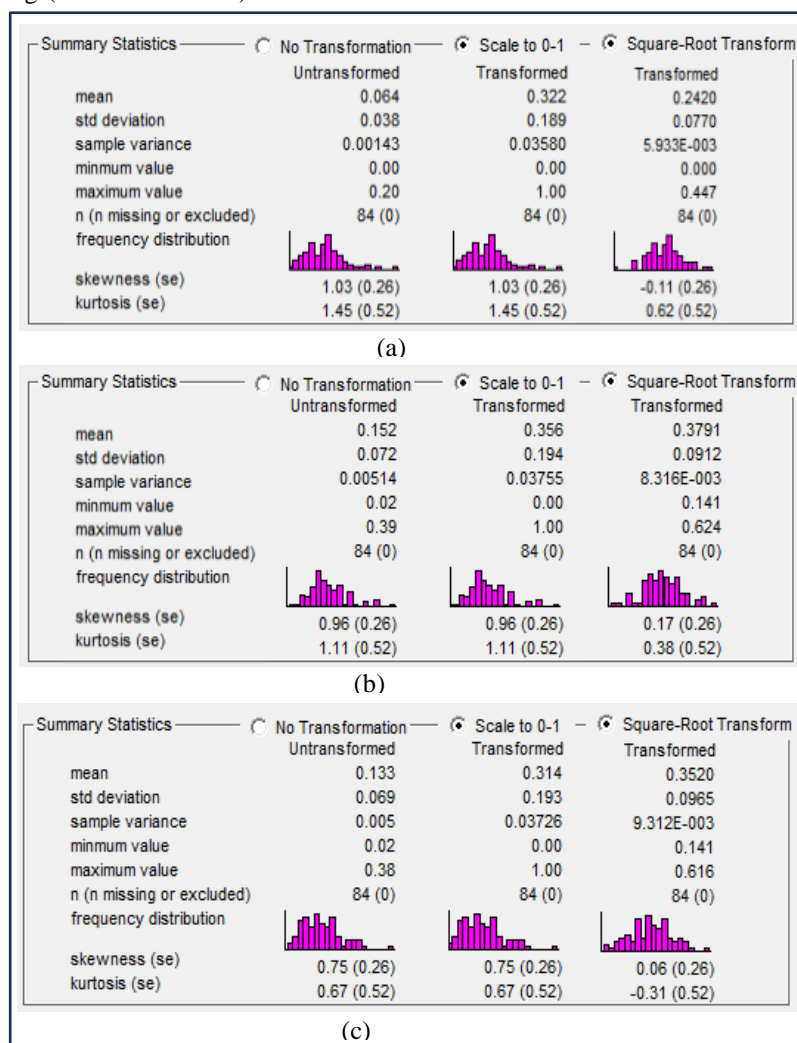
Data pengukuran geolistrik yang diolah dari tiap variasi pengukuran per lintasan menggunakan data Self Potensial (SP). Data penetrasi tiap kedalaman dari setiap lintasan pada pengukuran diasumsi menjadi satu penetrasi dengan interpolasi menggunakan metode jarak pengaruh datum terdekat terhadap disekitarnya dari tiap penetrasi, sehingga satu lintasan diwakili oleh satu nilai datum data SP yang berjumlah 12 data SP mewakili sampel data antar elektroda arus dan potensial secara lateral. Data SP per lintasan kemudian digabungkan dalam satu data keseluruhan secara 2-Dimensi untuk diolah secara keseluruhan guna mengetahui pola sebaran data Self Potensial (SP) pada bak ukur skala laboratorium. Penaksiran data SP menggunakan metode ordinary kriging (*Point Kriging*) dengan model variogram *type* Isotropic terhadap ketiga konfigurasi tersebut. Hasil penaksiran sebaran data SP kemudian dilakukan validasi silang (*Cross Validation*) antara data

pengukuran geolistrik dengan data hasil penaksiran metode ordinary kriging untuk memperoleh tingkat akurasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskriptif Statistik Unvarian

Data self potential (Dipole-dipole, Wenner, dan Schlumberger) terlebih dahulu dilakukan analisis deskriptif *unvarian* yang disajikan pada data summary statistics dengan hasil parameternya menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan perlakuan data yang diperoleh di lapangan. Diagram batang (histogram) yang ditampilkan memberikan informasi pola simetris sebaran data yang digunakan dengan pendekatan yakni *No transformation*, *Scale to 0-1*, dan *Square-Root Transform* (Gambar 1). Data sampel yang digunakan pada masing-masing konfigurasi berjumlah sama sebesar 84 data.



Gambar 2. Data *Summary Statistics* tiap konfigurasi: (a) Dipole-dipole, (b) Wenner, dan (c) Schlumberger

Dari hasil data *summary statistics unvarian* data *self potential* ketiga konfigurasi menunjukkan data *self potential No Transformation* (Untransformed) lebih kecil nilai *sample variance* dan *standar deviation* daripada menggunakan *Scale to 0-1* dan *Square-Root Transform* dengan *standar error* dari *skewness* dan *kurtosis* pada tiap konfigurasi data *summary statistic* yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa data SP yang

digunakan tidak perlu dilakukan *transformation* data karena dianggap sudah akurat dengan parameter deskriptif statistik unvarian lebih kecil dari konfigurasi lain. Parameter ini akan dipilih mewakili tiap konfigurasi untuk proses penaksiran metode *ordinary kriging*. Adapun parameter deskriptif statistik *unvarian* yang dipilih ditunjukkan pada **Tabel 1** dibawah ini.

Tabel 1. Parameter deskriptif statistik *unvarian* data SP tiap konfigurasi geolistrik

No	Variable	Konfigurasi Geolistrik		
		Dipole-dipole	Wenner	Schlumberger
1	Mean	0.064	0.152	0.133
2	Standard Deviation	0.038	0.072	0.069
3	Sample Variance	0.00143	0.00514	0.005
4	Minimum Value	0	0.02	0.02
5	Maximum Value	0.2	0.39	0.38
6	n-data	84	84	84
7	Skewness (se)	1.03 (0.26)	0.96 (0.26)	0.75 (0.26)
8	Kurtosis (se)	1.45 (0.52)	1.11 (0.52)	0.67 (0.52)

Fitting Variogram

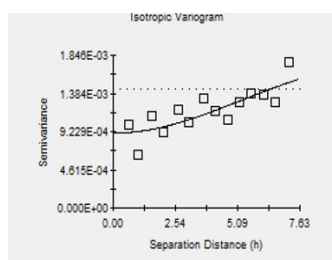
Parameter *fitting* variogram kategori baik jika menunjukkan nilai *nugget effect* (C_0) yang kecil (mendekati nol) dan dua struktur yaitu Sill (*contribution*) dan *range* yang besar atau secara visual ditunjukkan dengan kecocokan pola/ perilaku semivariogram model dengan semivariogram eksperimental yang berisikan/ terwakilkan secara keseluruhan dari sebaran data *self potential* terhadap keseluruhan data *datum point* (*self potential*) yang digunakan.

Model semivariogram spherical, eksponensial, dan gaussian yang mewakili/ lebih sesuai dari data variogram eksperimental diperoleh konfigurasi Dipole-dipole dan Wenner menggunakan model gaussian, sedangkan konfigurasi Schlumberger menggunakan model

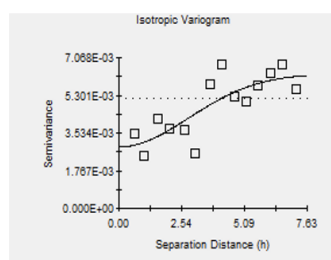
spherical. Pemilihan model tersebut berdasarkan dari *variable* variogram yang menunjukkan *nugget effect* lebih kecil (mendekati nol), Sill bernilai besar, dan koefisien korelasi mendekati nilai satu dengan *type* arah penaksiran ke segala arah (isotropik) (Tabel 2). Pola sebaran data variogram eksperimental dari data pengukuran metode geolistrik terhadap model semivariogram menunjukkan kecocokan (*fitting* variogram) yang mewakili keseluruhan pengukuran metode geolistrik/ sampel data SP (Gambar 2). Parameter model variogram pada tiap konfigurasi geolistrik ini yang akan digunakan untuk penaksiran sebaran pola data Self Potential (SP).

Tabel 2. Parameter variogram pada konfigurasi geolistrik yang dipilih

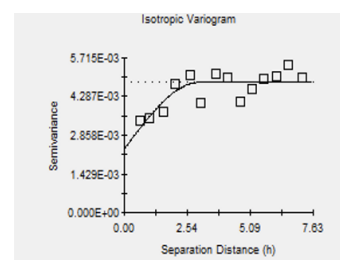
No	Variable	Konfigurasi Geolistrik		
		Dipole-dipole	Wenner	Schlumberger
1	Type	Isotropic	Isotropic	Isotropic
2	Model	Gaussian	Gaussian	Spherical
3	Nugget Effect (C_0)	0.00091	0.00288	0.00235
4	Sill (C_0+C)	0.0019	0.0063	0.0048
5	Range (A)	12,73	6,91	3,01
6	Koefisien determinasi (r^2)	0.649	0.646	0.616



(a) Konfigurasi Dipole-dipole



(b) Konfigurasi Wenner



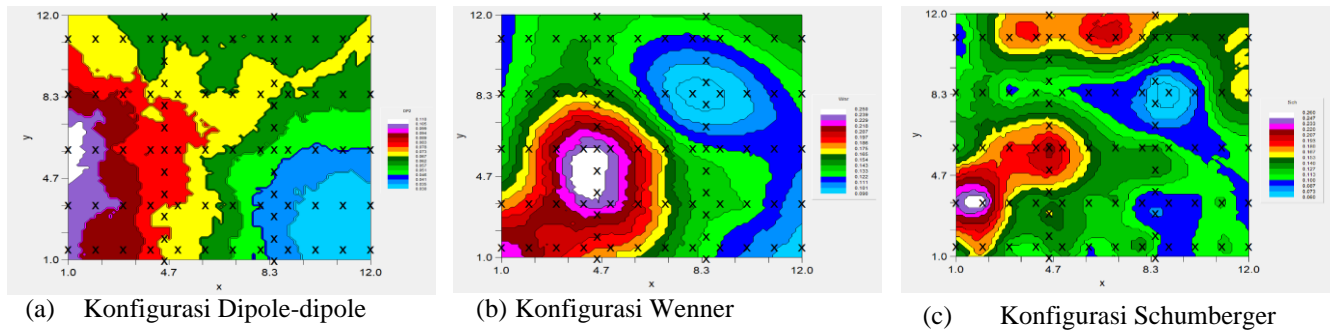
(c) Konfigurasi Schumberger

Gambar 3. *Fitting* variogram data SP pada tiap konfigurasi geolistrik.

Dari *fitting* variogram nilai *nugget effect* konfigurasi Dipole-dipole lebih kecil daripada konfigurasi Wenner dan Schlumberger dengan nilai Sill yang lebih besar pada konfigurasi Wenner sebesar 0,0063. Hubungan pengaruh data SP dan nilai perhitungan model semivariogram yang dipilih diperoleh nilai konfigurasi Dipole-dipole lebih besar daripada konfigurasi Wenner dan Schlumberger sebesar 0,649.

Penaksiran Metode Ordinary Kriging

Hasil penaksiran data Self Potential (SP) menggunakan metode ordinary kriging menunjukkan penaksiran pola sebaran data SP dari ketiga konfigurasi berada pada rentang nilai 0,03 sampai 0,26 mV.



Gambar 4. Pola sebaran data SP hasil metode Ordinary Kriging

Konfigurasi Wenner dan Schlumberger secara visualisasi menunjukkan pola yang hampir sama berupa cluster/ spot dengan nilai SP yang tinggi (bewarna merah) dan rendah (bewarna biru), sedangkan pola penaksiran sebaran data SP konfigurasi Dipole-dipole berbeda dari dua konfigurasi lain. Parameter nilai yang diperoleh pada konfigurasi Dipole-dipole memiliki *range* nilai dari 0,03 mV sampai 0,11 mV; konfigurasi Wenner memiliki *range* nilai dari 0,09 mV sampai 0,25 mV; dan konfigurasi Schlumberger memiliki *range* nilai dari 0,06 mV sampai 0,26 mV.

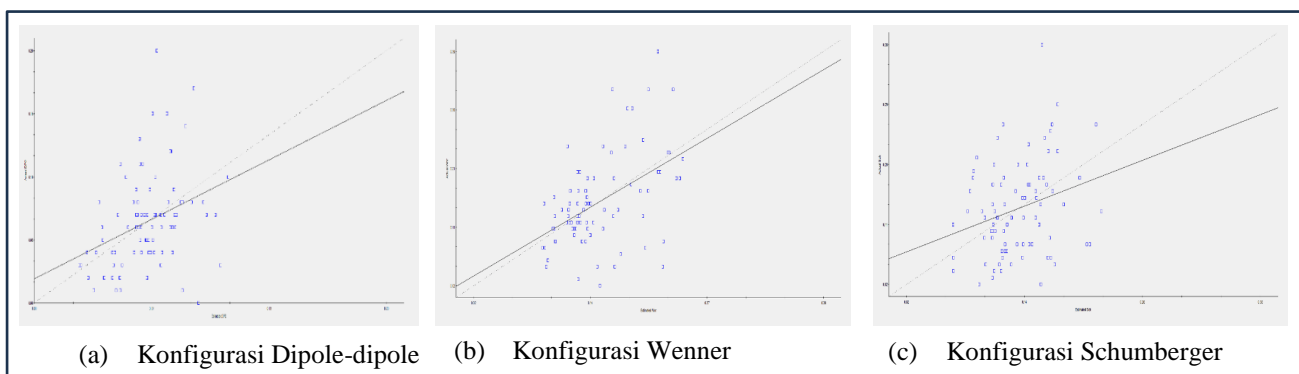
Uji Validasi Silang (*Cross Validation*)

Crossvalidation disingkat CV atau validasi silang, merupakan parameter yang digunakan untuk valuasi tingkat akurasi dari hasil penaksiran terhadap data SP

hasil pengukuran metode geolistrik. Parameter nilai CV menggunakan nilai koefisien korelasi (r) yang mana jika mendekati nilai satu berarti hubungan antar data memiliki korelasi kuat (tingkat kepercayaan tinggi). Koefisien determinasi (r^2) digunakan untuk memprediksi pengaruh data pengukuran geolistrik terhadap data hasil penaksiran (mendekati 1 berarti pengaruh antara variabel yang digunakan kriteria baik). *Standard Error* (SE) merupakan parameter pengaruh besarnya perubahan data SP dari pengukuran geolistrik terhadap data hasil penaksiran. Parameter *crossvalidation* (CV) hasil penaksiran dari data self potential pada tiap-tiap konfigurasi metode geolistrik ditunjukkan pada Tabel 3, sedangkan secara visual pada diagram pencar menunjukkan sebaran data hampir sama yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 3. Parameter *crossvalidation* konfigurasi geolistrik

No	Konfigurasi	Regression Coefficient	SE	r ²	y-intercept	SE Prediction
1	Dipole-dipole	0.707	0.212	0.119	0.02	0.036
2	Wenner	0.879	0.175	0.234	0.02	0.063
3	Schlumberger	0.572	0.224	0.074	0.06	0.067



Gambar 5. Pola sebaran *crossvalidation* data SP dan hasil penaksiran metode Ordinary Kriging

Nilai koefisien regresi pada konfigurasi wenner lebih besar dari pada konfigurasi Dipole-dipole dan schlumberger yakni sebesar 0,879 yang ditunjukkan juga pada nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,234. Sedangkan untuk nilai y-intercept konfigurasi Schlumberger sebesar 0,06 lebih besar dari Dipole-dipole dan Wenner. Nilai *Standar Error* (SE) konfigurasi Wenner lebih kecil daripada kedua konfigurasi dengan

nilai 0,175. Hal ini menunjukkan berbanding terbalik terhadap data hasil pengukuran metode geolistrik yang digunakan dari dimensi luasan bak ukur merepresentasikan rata-rata data secara keseluruhan pada metode ordinary kriging dengan nilai *standard error prediction* sebesar 0,063 yang lebih besar dari data pada konfigurasi Dipole-dipole sebesar 0,036.

KESIMPULAN

Hasil penaksiran pola sebaran data Self Potensial (SP) dari konfigurasi Dipole-dipole, Wenner, dan Schlumberger dengan susunan elektroda (a) sebesar 10cm diperoleh tingkat akurasi data terhadap data hasil pengukuran menempatkan konfigurasi Wenner dengan menggunakan alat resistivity 16 elektroda multichannel lebih baik daripada konfigurasi Dipole-dipole dan schlumberger secara lateral dalam menaksirkan pola sebaran data SP secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Universitas Bangka Belitung melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dengan menggunakan dana hibah penelitian tingkat Jurusan serta rekan-rekan yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bai, L., Huo, Z., Zeng, Z., Liu, H., Tan, J., & Wang, T. (2021). Groundwater Flow Monitoring Using Time-Lapse Electrical Resistivity and Self Potential Data. *Journal of Applied Geophysics*, 193,104411.
- Edwin, S. R., & Cahit, C. (1988). *Basic Exploration Geophysics*, New York, NY: John Wiley and Sons.
- Isaaks, E.H., dan Srivastava, R.M. (1989). *An Introduction to Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York
- Loke, M.H.(2000). *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys*. <http://www.geometrics.com>.
- M. Arisawadi, R. S. Cahyani, A. R. Septiana, Rahmania, and F. D. Sastrawan (2020). Aplikasi Metode Self-Potential untuk Pemetaan Bawah Permukaan di Area Kampus ITK [Application of Self-Potential Method for Subsurface Mapping in ITK Campus Area] Indonesia. *Phys. Rev.*, Vol. 3, No. 3, pp. 124–131, 2020
- Nyquist, J. E. and Corry, C. E. (2002). Self-potential: The ugly duckling of environmental geophysics. *Lead. Edge*, Vol. 21, No. 5.
- Reynolds, J.M. (2011). *An introduction to applied and environmental geophysics*, 2nd ed. ed. Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex ; Malden, Mass.
- Sharma, P.V. (1997). *Environmental and Geophysics*, Cambridge University Press, New York. Londo. Melbourne.
- Telford, W, M, Geldart, L, P, Sheriff, R , E, & Keys, D, A. (1990). *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. New York. London. Melbourne.
- Widiastuti, N., Sampurno, J., & Nawawi, J. H. (2017). Pendugaan Potensi Air Bawah Permukaan Menggunakan Metode Self Potential Di Kelurahan Sungai Jawi Kota Pontianak. *Jurnal Prisma Fisika*, 2, 61–67.
- Zakaria, M. T., Muztaza, N. M., Olugbenga, A. T., Saad, R., Nazrin, M., & Rahman, A. (2020). Self-Potential and 2-D Resistivity Application for Groundwater Exploration in Fractured Reservoirs. *Songklanakarinn J. Sci. Technol*, 42(2), 292–298.