

ABDIMAS UNIVERSAL

<http://abdimasuniversal.uniba-bpn.ac.id/index.php/abdimasuniversal>

DOI: <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v4i1.212>

Received: 17-04-2022

Accepted: 22-04-2022

Penerapan Geostatistik Dalam Analisis Spasi Lubang Bor Bagi Perencana Eksplorasi Tambang

Irfan Marwanza^{1*}; Mohamad Nur Hariawan²; Danu Putra¹

¹Fakultas Teknologi Kebuian dan Energi, Universitas Trisakti

²Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung

¹*Email: irfanm@trisakti.ac.id

Abstrak

Saat ini dalam perencanaan pengeboran eksplorasi mineral dan batubara masih banyak pertanyaan tentang bagaimana menentukan jarak lubang bor yang optimal untuk klasifikasi sumber daya karena penentuan jumlah lubang bor akan sangat berkorelasi dengan pengeluaran dana eksplorasi. Solusi untuk menjawab pertanyaan permasalahan tersebut adalah dengan meningkatkan pengetahuan dan pemahaman perencana eksplorasi mengenai analisis jarak lubang bor untuk klasifikasi sumberdaya, khususnya dengan menggunakan metode geostatistik. Dalam hal ini teknik yang digunakan adalah varians estimasi global. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat berupa *workshop* dilakukan dengan berbagai tahap, meliputi tahap perencanaan, *workshop*, dan evaluasi kegiatan. Hasil kegiatan ini dapat meningkatkan pemahaman dan pengetahuan para peserta tentang konsep geostatistik dan penentuan jumlah lubang bor yang optimal. Kesimpulan dari *workshop* yang dilaksanakan yaitu hampir seluruh peserta dapat menerima materi yang disajikan, terlihat dari saat pelaksanaan diskusi yang sangat intensif dan di akhir acara peserta menginginkan adanya pelatihan lanjutan dengan memperbanyak praktek.

Kata Kunci: lubang bor eksplorasi; geostatistik; global estimation variance; evaluasi sumberdaya

Abstract

Currently, in planning for mineral and coal exploration drilling, there are still many questions about how to determine the optimal borehole distance for resource classification, because the determination of the number of drill holes will be highly correlated with the expenditure of exploration funds. The solution to answer these questions is to increase the knowledge and understanding of exploration planners regarding borehole distance analysis for resource classification, especially by using geostatistical methods. In this case, the technique used is global estimation variance. The implementation of community service in the form of workshops is carried out in various stages, including the planning stage, workshops and activity evaluation. The results of this activity can increase the understanding and knowledge of the participants about the concept of geostatistics and determining the optimal number of drill holes. The conclusion of the workshop that was carried out was that almost all participants were able to receive the material presented, it was seen from the very intensive discussion at the end of the event and at the end of the event the participants wanted further training by increasing practice

Keywords: exploration borehole; geostatistics; global estimation variance; resources evaluation

1. Pendahuluan

Eksplorasi mineral dan batubara detail adalah kegiatan teknis dalam rangka memperoleh informasi secara terperinci dan teliti tentang lokasi, bentuk, dimensi, sebaran kualitas, dan sumber daya tertunjuk dan terukur dari suatu endapan mineral dan batubara (BSN, 2019; Standar Nasional Indonesia 4726, 2011). Perencanaan eksplorasi perlu dilakukan dengan baik karena eksplorasi ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut: risiko tinggi, membutuhkan modal besar, teknologi tidak sederhana dan memerlukan manajemen yang baik. Kegiatan eksplorasi harus melalui tahapan eksplorasi standar, mulai dari penyedilikan umum (*Reconnaissance*), eksplorasi pendahuluan, eksplorasi detail dan studi kelayakan, dimana setiap tahapan selalu dievaluasi. Khusus untuk eksplorasi yang detail,

dengan menggunakan metode pemboran, diperlukan perencanaan khusus, karena memiliki dana paling besar.

Beberapa permasalahan utama yang ditemukan dalam kegiatan eksplorasi detail tambang yaitu kegiatan perencanaan pemboran eksplorasi, khususnya dalam penentuan jumlah dan jarak/spasi lubang bor. Permasalahannya tersebut tertuang dalam pertanyaan, *berapa banyak pengeboran yang diperlukan untuk meyakinkan kita bahwa nilai prediksi dan target produksi akan dapat diperoleh?* Terlalu banyak pengeboran, maka akan membuang-buang waktu, uang, dan sumber daya yang berharga. Jika jumlah pengeboran eksplorasi yang terlalu sedikit maka prediksi kadar dan target produksi menjadi sangat sulit karena kurangnya data. Untuk itu diperlukan suatu

keilmuan yang dapat memecahkan masalah tersebut, dan selanjutnya jika sudah diketahui maka harus disampaikan kepada para perencana eksplorasi tambang.

Keilmuan tersebut adalah geostatistik, khususnya yang membahas analisa jarak lubang bor, dimana akan diketahui jarak lubang bor yang optimal untuk deposit tertentu. Geostatistik merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel yang diukur pada titik tertentu dan variabel yang sama diukur pada jarak tertentu dari titik pertama (data spasial) yang digunakan untuk mengestimasi parameter pada lokasi yang datanya tidak diketahui. (Oliver Schabenberger, 2017).

Analisis jarak lubang bor (DHSA) adalah metode pengoptimalan jarak lubang bor, dimana akan digunakan untuk mengoptimalkan anggaran pengeboran, memprioritaskan target pengeboran dalam hal nilai ke model sumber daya dan meminimalkan risiko yang melekat pada rencana penambangan. Geostatistik menyediakan kerangka kerja yang paling kuat dan objektif untuk melakukan analisis jarak lubang bor tersebut (Ramadhan et al., 2021). Penggunaan geostatistik memungkinkan kita untuk memperoleh lebih banyak informasi dalam hal mengukur pengurangan nilai ketidakpastian. Dalam melakukan analisa jarak lubang bor akan tergantung pada faktor variabilitas dari endapan. (Abzalov, M Z and Bower, 2009).

Salah satu perangkat dalam geostatistik adalah variogram. Variogram adalah suatu alat dalam analisa geostatistik yang digunakan untuk menampilkan variabilitas antara titik data sebagai fungsi jarak. (Marwanza et al., 2019) Variogram secara matematis merupakan masukan penting untuk analisis spasi lubang bor. Analisa variogram merupakan masukan penting dalam penentuan jarak lubang bor. Analisis jarak lubang bor diharapkan dapat menghasilkan jarak lubang bor yang optimal untuk setiap endapan mineral dan batubara, serta selanjutnya digunakan untuk klasifikasi sumber daya (Williams et al., 2015).

Estimasi spasi lubang bor ditentukan menggunakan nilai varians estimasinya (Sianturi et al., 2020). Berdasarkan pendekatan geostatistik yaitu *Global Estimation Variance* (GEV), nilai kesalahan akan diketahui (Heriawan et al., 2020; Zulkarnain & Bargawa, 2018). Penentuan klasifikasi sumber daya, khususnya batubara adalah berdasarkan kesalahan relatif, dimana jika kesalahan relatif 0-10% maka dinyatakan sumber daya terukur, 10-20% untuk sumber daya terindikasi, dan >20% untuk sumber daya tereka. (Zulkarnain & Bargawa, 2018).

Saat ini pengetahuan tentang analisa jarak lubang bor belum sepenuhnya dipahami oleh perencana eksplorasi tambang di lapangan, mengingat keterbatasan penyampaian informasi baru dan

berkembangnya keilmuan eksplorasi yang sangat cepat. Untuk itu perlu dilakukan upaya sosialisasi dengan memberikan kursus atau *workshop* untuk peningkatan pengetahuan para perencana eksplorasi untuk pengaplikasiannya di tambang masing-masing.

Tujuan dari pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk menjawab permasalahan yang ada yaitu memberikan pemahaman kepada perencana eksplorasi tambang, khususnya dalam penerapan metode geostatistika untuk menentukan jarak lubang bor yang optimal, dan menganalisis klasifikasi sumber daya mineral dan batubara sumberdaya. Berdasarkan pendekatan *Global Estimation Variance* (GEV), jarak lubang bor yang optimal yang akan sangat membantu dalam kegiatan perencanaan eksplorasi detail.

2. Bahan dan Metode

Bentuk kegiatan Pegabdian kepada Masyarakat (PkM) pada kegiatan ini adalah *workshop*. *Workshop* dapat diartikan suatu pertemuan, dimana sekumpulan peminat, orang yang memiliki keahlian, atau yang berprofesi pada suatu bidang tertentu, yang secara aktif saling berinteraksi pada suatu diskusi dan kegiatan intensif pada suatu topik atau proyek tertentu (KBBI, 2008).

Workshop dilaksanakan dengan media daring atau *online* melalui media *zoom meeting* dan *YouTube* sebagai media penyampaian *workshop* yang sesuai dengan kondisi PPKM level 4 di Jakarta karena adanya pandemi virus corona 19 yang masih berlangsung. Dalam pelaksanaannya, kegiatan *workshop* dikaitkan dengan pelaksanaan Temu Profesi Tahunan (TPT) ke-30 dan Kongres ke-XI, Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia (PERHAPI) yang dilaksanakan di Jakarta.

Workshop ini selain diikuti oleh peserta yang mewakili seluruh anggota Perhapi, yang berlatar belakang praktisi pertambangan, mahasiswa, dosen, juga dibuka untuk umum atau bukan anggota Perhapi. Khusus praktisi yang hadir, berasal dari beberapa perusahaan pertambangan nasional dan internasional di Indonesia. Dalam pelaksanaan PKM ini dilakukan beberapa tahap kegiatan, meliputi persiapan, pelaksanaan *workshop*, dan diakhiri dengan evaluasi kegiatan.

Tahap persiapan diisi dengan mencari atau mengidentifikasi permasalahan yang ada, yang sesuai dengan latar belakang pemateri, kemudian mencari solusinya dengan merencanakan metode penyampaian dan diakhiri dengan penentuan pemateri *workshop*. Persiapan selanjutnya adalah menghubungi pemateri kegiatan, dalam hal ini akademisi dari Universitas Trisakti dan Institut Teknologi Bandung (ITB) yang khusus membidangi keilmuan geostatistik, untuk merencanakan dan membuat materi bersama-sama. Dikarenakan *workshop* ini dilaksanakan juga untuk mengisi perayaan kegiatan Temu Profesi Tahunan

(TPT) Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia (PERHAPI) ke 30 maka proses sosialisasi dibantu oleh pihak Perhapi. Dalam kegiatan sosialisai digunakan media cetak dan elektronik, berupa flyer yang dipublikasikan melalui media *online*, dan juga cover kegiatan seperti yang terlihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Flyer Workshop (Online)



Gambar 2. Tampilan Cover Workshop (Online)

Setelah semua persiapan selesai, maka selanjutnya adalah kegiatan *workshop*, sesuai dengan rencana yang sudah dibuat di tahap persiapan. Terakhir dilakukan evaluasi kegiatan untuk melihat sejauh mana tingkat keberhasilan kegiatan dan bagaimana untuk peningkatan di kegiatan selanjutnya, Semua tahap yang sudah direncanakan dilakukan dengan sistematis, tahap yang dilakukan terlihat pada gambar 3 dibawah ini.

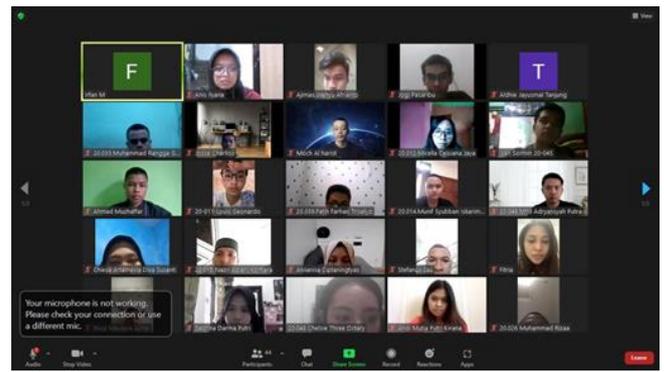


Gambar 3. Tahap-Tahap Pelaksanaan Workshop

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan *workshop* Penerapan Geostatistik Dalam Analisa Spasi Lubang Bor Bagi Perencana Eksplorasi Tambang telah diselenggarakan pada tanggal 26 Oktober 2021, dimulai jam 13.00 – 16.00 WIB. *Workshop* dilakukan secara *daring* dengan menggunakan media *online zoom meeting* dan media *YouTube*. Akses link youtube adalah <https://www.youtube.com/watch?v=T-mytZslduY>.

Peserta yang hadir di acara *workshop* berjumlah 60 orang, yang berasal dari praktisi pertambangan, dosen dan mahasiswa jurusan teknik pertambangan se-Indonesia, baik yang merupakan anggota Perhapi ataupun yang bukan anggota Perhapi. Penggambaran sebagian peserta yang mengikuti kegiatan *workshop* dengan media *zoom meeting* diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peserta Workshop Yang Hadir Dengan Media Zoom Meeting (Halaman 1)

Pemilihan media *online* berupa *zoom meeting* dan *YouTube* didasari bahwa kedua media tersebut sudah sangat umum digunakan, dan khusus media *YouTube*, akan sangat menguntungkan peserta karena bisa dilihat kembali oleh peserta berulang-ulang jika ada yang belum mengerti. Peserta dapat memilih media yang akan digunakan. Dalam pelaksanaan *workshop* ini, materi disampaikan berupa *slide PowerPoint* dan *Ms.Excel*.

Dalam pelaksanaan *workshop*, disampaikan beberapa materi yang sesuai dengan judul dengan disertai dengan beberapa studi kasus. Materi yang disampaikan adalah mengenai pengenalan secara umum definisi dan konsep geostatistik, konsep, formula dan contoh perhitungan variogram, permodelan variogram, konsep varians estimasi, *global estimation variance* dan juga metode pengklasifikasin sumber daya endapan batubara dan mineral sesuai standar klasifikasi yang berlaku.

Studi kasus yang disampaikan merupakan hasil dari penelitian pemateri terdahulu, dengan menggunakan data pengeboran eksplorasi endapan batubara dan mineral. Data tersebut dianalisa dan dilakukan simulasi-simulasi dalam mencari spasi lubang bor eksplorasi yang potensial. Selanjutnya

dilakukan estimasi sumberdaya setiap endapan bahan galian. Proses penyampaian materi oleh pemateri berupa konsep dan studi kasus, dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 di bawah ini.



Gambar 5. Penyampaian Materi *Workshop* Oleh Pemateri Pertama



Gambar 7. Tanya Jawab Pemateri Dengan Peserta *Workshop*



Gambar 6. Penyampaian Materi *Workshop* Oleh Pemateri Kedua

Masing-masing pemateri menyampaikan materi *workshop* dengan waktu yang sudah ditentukan, yaitu pemateri pertama menyampaikan materi konsep selama 1 jam, pemateri kedua menyampaikan studi kasus, juga selama 1 jam.

Setelah materi dan studi kasus disampaikan, dilanjutkan dengan sesi diskusi dan tanya jawab, dengan waktu dibatasi 1 jam. Dalam sesi tanya jawab diberikan peluang bertanya bagi semua peserta *workshop*, baik yang mengikuti lewat *YouTube* maupun dengan media *zoom meeting*, seperti diperlihatkan Gambar 7.

Pada kegiatan tanya jawab, peserta *workshop* sangat antusias dalam bertanya, baik secara langsung atau bertanya dengan menuliskan pertanyaan di kolom percakapan. Pertanyaan dijawab secara bergantian oleh pemateri, sesuai dengan jenis pertanyaan yang diajukan. Dalam sesi tanya jawab, pertanyaan semua bisa dijawab dengan baik, beberapa peserta mengharapkan kegiatan ini terus dilanjutkan dan bisa dengan studi kasus yang lebih bervariasi serta dengan topik geostatistik lainnya.

Terakhir, sesi ini ditutup dengan penyampaian kesimpulan oleh moderator kegiatan. Diharapkan

resume tersebut dapat memberikan gambaran secara singkat tentang materi *workshop*.

Kegiatan *Workshop* Analisa Spasi Lubang Bor Untuk Evaluasi Sumber Daya adalah sebagai jalan keluar dalam peningkatan pemahaman peserta *workshop* terutama bagi perencana eksplorasi tambang dalam merencanakan spasi dan jumlah lubang bor eksplorasi, sehingga didapatkan hasil yang optimal, baik dalam segi teknis dan finansial

Selanjutnya dari kegiatan ini secara umum diharapkan secara tidak langsung dapat menambah pemahaman peserta yang hadir khususnya kalangan dosen dan mahasiswa pertambangan dalam pengembangan keilmuan geostatistik.

Berdasarkan hasil diskusi yang dilakukan dengan peserta saat *workshop*, didapat beberapa contoh perusahaan tambang tempat peserta bekerja, belum menerapkan keilmuan geostatistik dalam eksplorasi detilnya, khususnya dalam perencanaan pengeboran (jumlah dan jarak lubang bor). Perencanaannya hanya berdasarkan pengamatan lapangan dan kebiasaan yang sering dilakukan.. Dengan mengikuti *workshop* ini, peserta sangat antusias untuk mencoba melakukan pendekatan geostatistik, khususnya dalam penentuan nilai varians estimasinya untuk menentukan spasi lubang bor dan juga akan menghitung nilai *Global Estimation Variance* (GEV), sehingga nilai kesalahan akan diketahui. Untuk lebih meyakinkan peserta, pemateri memberikan contoh-contoh kasus perhitungan nyata yang sudah pernah dilakukan dalam penelitian di sebuah lokasi tambang

Evaluasi

Menjalankan kegiatan *workshop* yang baik dan sukses belum tentu dapat optimal, karena masih terdapat banyak masalah yang dapat muncul, seperti apakah *workshop* berjalan sesuai dengan tujuan *workshop* dilakukan? Dapatkah peserta *workshop* memahami isi *workshop*? Apakah isi *workshop* betul-betul memenuhi kebutuhan keinginan peserta? Sangat banyak pertanyaan yang dapat dijawab jika pemateri

workshop mengevaluasi program *workshop* yang telah disajikan.

Untuk mengevaluasi efektivitas *workshop*, tim pengabdian menanyakan kepada peserta *workshop* dalam memberikan umpan balik dan komentar di kolom *chat*, dimana hasilnya akan membantu pemateri dalam pemberian *workshop* di masa depan. Setelah kegiatan selesai, maka dilakukan evaluasi yang hasilnya adalah dalam kegiatan ini tergambar bahwa paparan yang disajikan dapat diterima oleh seluruh peserta *workshop*. Hal ini terlihat dari jumlah peserta yang mengikuti kegiatan cukup banyak dan sangat aktif dalam sesi tanya jawab. Kegiatan ini secara umum dapat memberikan pengetahuan yang baru bagi para peserta mengenai analisis spasi lubang bor dalam evaluasi sumberdaya

Dari hasil diskusi tanya jawab, terlihat bahwa pemahaman terhadap materi yang disampaikan tidak dapat diterima seluruhnya oleh peserta *workshop*, sehingga di akhir acara *workshop* disampaikan pesan kepada peserta, khususnya praktisi eksplorasi tambang untuk dapat mengaplikasikannya langsung dengan data eksplorasi riil perusahaan dan jika dalam pelaksanaannya terdapat kendala, maka dapat bertanya secara pribadi walaupun acara ini sudah berakhir

Pada pelaksanaan *workshop* ini ditemukan beberapa kendala kecil yaitu karena pemateri menyampaikannya tidak secara langsung atau dengan daring, maka sangat bergantung dengan kestabilan jaringan internet, dan ini sangat sulit diprediksi, sehingga pada beberapa momen tertentu, terjadi gangguan suara pemateri, sehingga peserta kesulitan mendengar paparan, juga gambar yang sempat tidak bergerak, namun hal ini dapat tertanggulangi dan secara keseluruhan tidak menghambat jalannya kegiatan *workshop*.

4. Kesimpulan dan Saran

Kegiatan *workshop* ini merupakan upaya meningkatkan pengetahuan dan pemahaman dalam melakukan perencanaan pengeboran eksplorasi tambang, yang sangat berisiko di awal kegiatan pertambangan, baik secara teknis dan finansial. Kegiatan ini lebih kurangnya telah memberikan pengetahuan dan pemahaman baru bagi seluruh peserta *workshop* yang umumnya sudah berlatar belakang keilmuan pertambangan, namun belum pernah menerima materi seperti yang disampaikan dan sebagai peningkatan pemahaman keilmuan bagi yang sudah mempunyai latar belakang keilmuan geostatistik.

Pelaksanaan kegiatan untuk ke depannya akan lebih banyak melakukan praktik pengerjaan studi kasus dengan data yang lebih bervariasi.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Trisakti, Institut Teknologi Bandung, dan Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia (PERHAPI) atas dukungan yang telah diberikan, juga bantuan sarana dan prasarana sehingga kegiatan *workshop* ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

6. Daftar Rujukan

- Abzalov, M. Z. and Bower, J. (2009): *Joint Simulations Optimal Drillhole Spacing*.pdf.
- BSN (2019): SNI 5015:2019 Pedoman pelaporan hasil eksplorasi, sumber daya, dan cadangan batubara, retrieved from internet: www.bsn.go.id.
- Heriawan, M. N., Pillayati, P., Widodo, L. E., and Widayat, A. H. (2020): Drill hole spacing optimization of non-stationary data for seam thickness and total sulfur: A case study of coal deposits at Balikpapan Formation, Kutai Basin, East Kalimantan, *International Journal of Coal Geology*, **223**(March), 103466. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2020.103466>.
- Indonesia, D. P. (2008): *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*.
- Marwanza, I., Nas, C., Azizi, M. A., and Simamora, J. H. (2019): Comparison between moving windows statistical method and kriging method in coal resource estimation, *Journal of Physics: Conference Series*, **1402**(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/3/033016>.
- Oliver Schabenberger, C. A. G. (2017): *Statistical Methods for Spatial Data Analysis*, Boca Raton, retrieved from internet: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315275086/statistical-methods-spatial-data-analysis-oliver-schabenberger-carol-gotway>, 512.
- Ramadhan, M. D., Marwanza, I., Nas, C., Azizi, M. A., Dahani, W., and Kurniawati, R. (2021): Drill Holes Spacing Analysis for Estimation and Classification of Coal Resources Based on Variogram and Kriging, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **819**(1), 1–14. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012026>.
- Sianturi, R. K., Heriawan, M. N., and Syafrizal, S. (2020): Analisis Spasi Lubang Bor Untuk Mengevaluasi Sumberdaya Timah Aluvial Dan Mineral Iktannya Di Pulau Bangka Dengan Global Estimation Variance, *RISET Geologi Dan*

Pertambangan, **30**(2), 153.
<https://doi.org/10.14203/risetgeotam2020.v30.1115>.

Standar Nasional Indonesia 4726 (2011):
Pedoman pelaporan, sumberdaya, dan
cadangan mineral, *Amandemen I-SNI-13-4726-2011.*, 32.

Williams, C., Henderson, K., and Summers, S.
(2015): Practical application of drill hole
spacing analysis in coal resource
estimation, *Bowen Basin Symposium 2015 -
Bowen Basin and Beyond*, 275–285.

Zulkarnain, I., & Bargawa, W., S. (2018).
Classification of Coal Resources Using
Drill Hole Spacing Analysis (DHSA),
*Journal of Geological Resource and
Engineering*, **6**(4), 151–159.
<https://doi.org/10.17265/2328-2193/2018.04.003>