

*Artikel***Aplikasi *Lineament Density Analysis* Untuk Prospeksi Endapan Timah Primer: Studi Kasus Daerah Bangka Selatan**Muhammad Rifqi Naufal^{1*}, Subhan Nur Sya'ban¹¹ Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

* Korespondensi: rifqi.naufal@mail.ugm.ac.id

Abstrak : Endapan timah primer di pulau Bangka memiliki potensi yang tinggi. Meski demikian, saat ini sumber utama timah bertumpu pada hasil produksi endapan timah sekunder (endapan timah letakan), sehingga diperlukan pengkajian awal untuk membantu mengefektifkan proses eksplorasi. Melalui penelitian ini, penulis mencoba melakukan pemetaan daerah prospek endapan timah primer di Bangka Selatan menggunakan metode analisis densitas kelurusan. Metode ini dipilih karena kehadiran prospek endapan timah primer tidak lepas dari kontrol struktur geologi, selain itu metode ini dapat digunakan sebagai gambaran awal serta menghemat waktu dan biaya dalam kegiatan eksplorasi. Data yang digunakan untuk analisis adalah *Digital Elevation Model* (DEM). Data DEM diproses menjadi hillshade menggunakan *3D Analyst tools* pada ArcMap untuk memvisualisasikan medan 2 dimensi menjadi 3 dimensi dalam 4 variasi dengan sudut azimuth 0°, 45°, 90°, dan 135°. Data *hillshade* di-overlay, kemudian dilakukan ekstraksi *lineament* menggunakan *software* PCI Geomatica. Hasil ekstraksi diekspor menjadi *shapefile* untuk diolah menggunakan *software* ArcMap dan diolah hingga mendapatkan zona kerapatan kelurusan pada lokasi penelitian. Data kerapatan kelurusan di lokasi penelitian dibandingkan dengan pola kelurusan di daerah yang sudah dilakukan aktivitas penambangan endapan timah primer sehingga didapatkan wilayah yang diperkirakan memiliki prospek endapan timah primer yang baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelurusan yang ada di Bangka Selatan memiliki kecenderungan berarah Timur Laut-Barat Daya kecuali daerah Toboali yang cenderung memiliki orientasi kelurusan berarah Barat Laut-Tenggara. Terdapat beberapa lokasi dengan densitas dan orientasi kelurusan yang mirip dengan lokasi yang sudah dilakukan penambangan sehingga direkomendasikan untuk melakukan eksplorasi lebih detail.

Kata kunci: *timah, kelurusan, struktur geologi, mineralisasi, bangka selatan.*

Abstract : Primary tin deposits on the island of Bangka have high potential. However, currently the main source of tin rests on the production of secondary tin deposits (placer tin deposits), so an initial assessment is needed to help streamline the exploration process. Through this study, the authors tried to map the prospect area of primary tin deposits in South Bangka using a method of straightness density analysis. This method was chosen because the presence of the prospect of primary tin deposits cannot be separated from the control of geological structures, in addition this method can be used as an initial overview as well as save time and cost in exploration activities. The data used for analysis is the *Digital Elevation Model* (DEM). DEM data is processed into hillshade using *3D Analyst tools* on ArcMap to visualize 2-dimensional to 3-dimensional fields in 4 variations with azimuth angles of 0°-45°-90° and 135°. Hillshade data is overlaid, then lineament extraction is performed using PCI Geomatica software. The extraction proceeds are exported into shapefile to be processed using ArcMap software and processed to get the straightness density zone at the research site. Straightness density data at the research site compared to straightness patterns in areas that have been carried out primary tin deposit mining activities so that areas are estimated to have good prospects of primary tin deposits. The results showed that the straightness in South Bangka has a tendency to move Northeast-Southwest except the Toboali area which tends to have a northwest-southeast directional straightness orientation. There are several locations with density and straightness orientation similar to locations that have been done mining so it is recommended to conduct more detailed exploration.

Keyword: *tin, lineament, geological structure, mineralization, South Bangka*

PENDAHULUAN

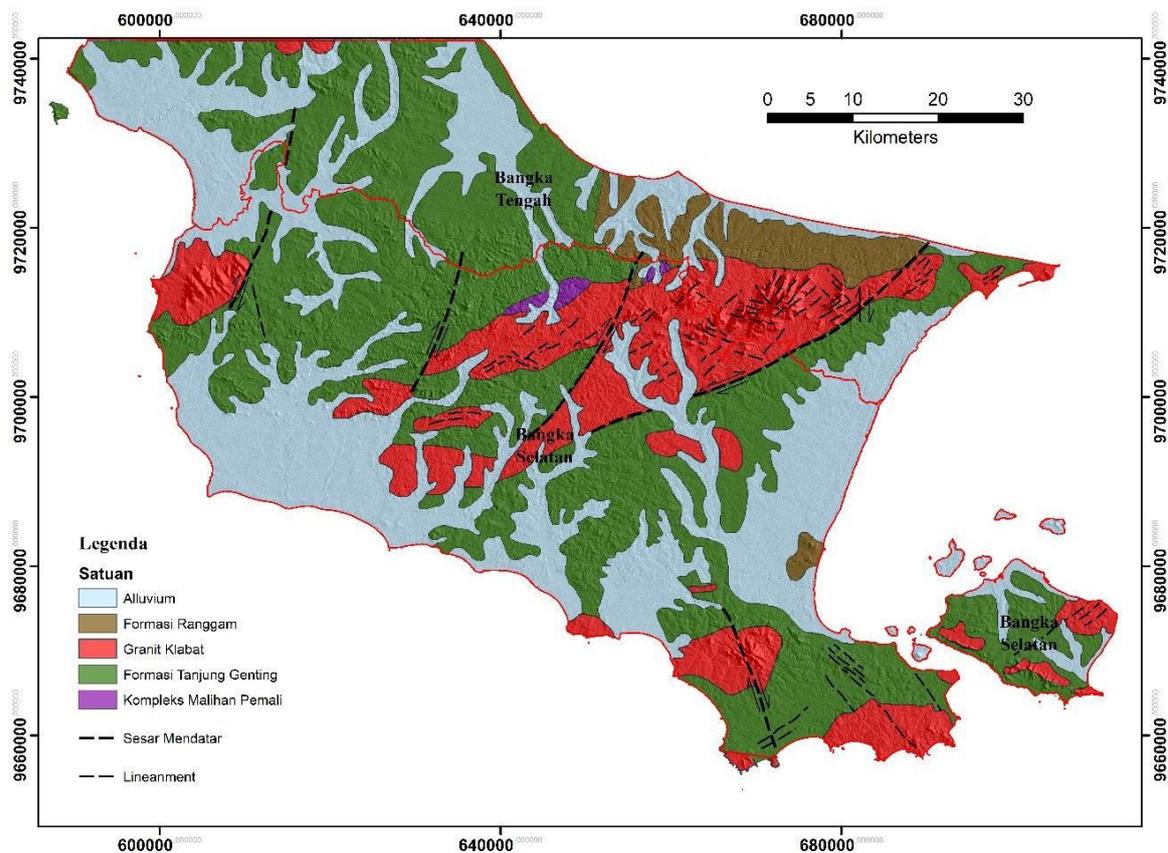
Timah merupakan salah satu logam penting yang dibutuhkan dalam berbagai sektor, terutama untuk keperluan industri otomotif dan listrik. Indonesia berada pada jalur timah Asia Tenggara (The South East Asian Tin Belt), yang mana jalur ini dimulai dari Myanmar, Thailand, Semenanjung Malaysia hingga Indonesia. Berdasarkan data (U.S. Geological Survey, 2018), Indonesia merupakan negara dengan produksi serta cadangan terbanyak kedua dibawah China dengan Pulau Bangka sebagai penghasil timah terbesar di Indonesia (Ditjen Mineral dan Batubara, 2016). Pada tahun 2020, Indonesia memproduksi 66.000 ton timah dan memiliki cadangan 800.000 ton. Sumber utama timah di Indonesia sendiri berasal dari Kepulauan Bangka Belitung yang mencapai 91 % dari keseluruhan cadangan timah Indonesia dengan sumber utama berasal dari timah sekunder.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

Kehadiran prospek endapan timah primer di Pulau Bangka tidak lepas dari kontrol struktur geologi dalam distribusinya. Menurut Margono (1995) yang didukung oleh Ali dkk (2017) struktur geologi yang berkembang di pulau bangka berupa kelurusan, lipatan, dan sesar. Sumbu lipatan diduga berarah TL-BD, sedangkan sesar yang berkembang berarah TL-BD dan BL-TG. Kompilasi

data peta geologi regional Bangka selatan dengan peta geologi regional Bangka Utara oleh Mangga dan Djamal (1994) menunjukkan bahwa tahapan deformasi di Pulau Bangka terbagi menjadi tiga berdasarkan arah sesar yaitu pada Paleozoikum Akhir terbentuk sesar normal dan sesar naik berarah TL–BD. Selanjutnya pada Trias-Jura terbentuk sesar naik berarah BL-TG yang mengawali pembentukan granitoid dan perlipatan pada batuan sedimen. Tahapan termuda pada Kapur terbentuk sesar berarah Utara-Selatan yang terbentuk akibat subduksi di Pulau Sumatera yang membentuk sesar-sesar geser berarah Utara-Selatan.



Gambar 2 Simplifikasi Peta Geologi Regional (Margono,1995).

Mineralisasi timah di Bangka Selatan berkaitan erat dengan proses hidrothermal yaitu intrusi granit yang persebarannya dapat dilihat pada Gambar 1. Granit Klabat berumur Jura awal menerobos Formasi Pemali dan Formasi Tanjung Genting (Margono,1995). Hadirnya granitoid di Pulau Bangka ini tidak lepas dari hasil kolisi antara blok Sibamasu dan Indocina (East Malaya) pada Trias Akhir (Searle, dkk., 2012). Diperkirakan periode pendinginan granit pada pulau Bangka ini berkisar antara 159 dan 59 juta tahun lalu (Schwartz, dkk., 1995) dengan metode isotop K-Ar pada sampel di daerah Pemali. Pada masa pendinginan inilah proses mineralisasi primer pun dapat terjadi. Artinya struktur berorientasi TL-BD dan BL-TG terbentuk sebelum hadirnya intrusi Granit Klabat, hal tersebut menyebabkan mineralisasi timah primer dengan kadar tinggi di Pulau Bangka dikontrol oleh sesar yang memiliki kecenderungan pola struktur berarah TL-BD dan BL-TG.

Eksplorasi endapan timah primer baru dilaksanakan dalam beberapa tahun kebelakang, padahal endapan timah primer memiliki potensi yang tinggi untuk berkontribusi besar dalam produksi timah, khususnya di Bangka Belitung. Masalah besar yang hadir pada aktivitas eksplorasi awal adalah sulitnya menemukan daerah prospek yang sudah spesifik sehingga eksplorasi harus

dilakukan dalam luas area yang besar yang berdampak pada panjangnya waktu eksplorasi dan membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Maka dari itu, perlu dilakukan analisis eksplorasi awal mengenai lokasi prospek endapan timah primer melalui metode yang cepat dan tepat seperti yang dilakukan oleh penulis, yaitu menggunakan metode Lineament Density Analysis (LDA), Metode LDA telah terbukti efektif dalam kegiatan eksplorasi awal seperti pada analisis yang dilakukan oleh Nugroho & Tjahjaningsih (2016) di Aceh, prospeksi mineral di daerah Jawa Barat oleh Verdiansyah (2015), dan dalam prospeksi mineralisasi di daerah India oleh (Phani et al., 2014). Selain itu, penelitian mengenai eksplorasi awal menggunakan LDA pada endapan timah primer pernah dilakukan di China oleh Ni et al., (2016)

Penelitian ini menggunakan pemahaman lithostructural yang pada prinsipnya terdapat tiga komponen dasar yang mempengaruhi mineralisasi logam berharga yaitu : Kontrol Litologi, Kontrol breksi hidrotermal, dan kontrol sesar (Sillitoe, 1999). Konsep ini menggambarkan bahwa secara umum mineralisasi akan hadir pada daerah yang hancur atau memiliki intensitas struktur sangat kuat, sehingga larutan hidrotermal dapat melewati dan mengendapkan mineral logam berharga pada lokasi tersebut. Pendekatan litostruktural ini dapat didekatkan dengan analisis densitas kelurusan (lineament density analysis) dengan menggunakan parameter kelurusan yang secara umum berhubungan dengan struktur geologi.

Analisis densitas kelurusan dilakukan menggunakan data DEM (Digital Elevation Model) di wilayah Bangka Selatan (Gambar 2). Data DEM (Digital Elevation Model) adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Tempfli, 1991). Data DEM yang digunakan merupakan data yang berasal dari DEMNAS atau DEM Nasional, yaitu data DEM yang dibangun dari beberapa sumber data meliputi data IFSAR (resolusi 5m), TERRASAR-X (resolusi 5m) dan ALOS PALSAR (resolusi 11.25m), dengan menambahkan data masspoint hasil stereo-plotting. Resolusi spasial DEMNAS adalah 0.27-arcsecond , dengan menggunakan datum vertikal EGM2008. (BIG)

Hasil pengkajian dari penelitian ini dapat diaplikasikan dalam prospeksi mineralisasi timah primer di seluruh wilayah Kepulauan Bangka Belitung dengan prosedur yang cepat, murah, dan mudah.

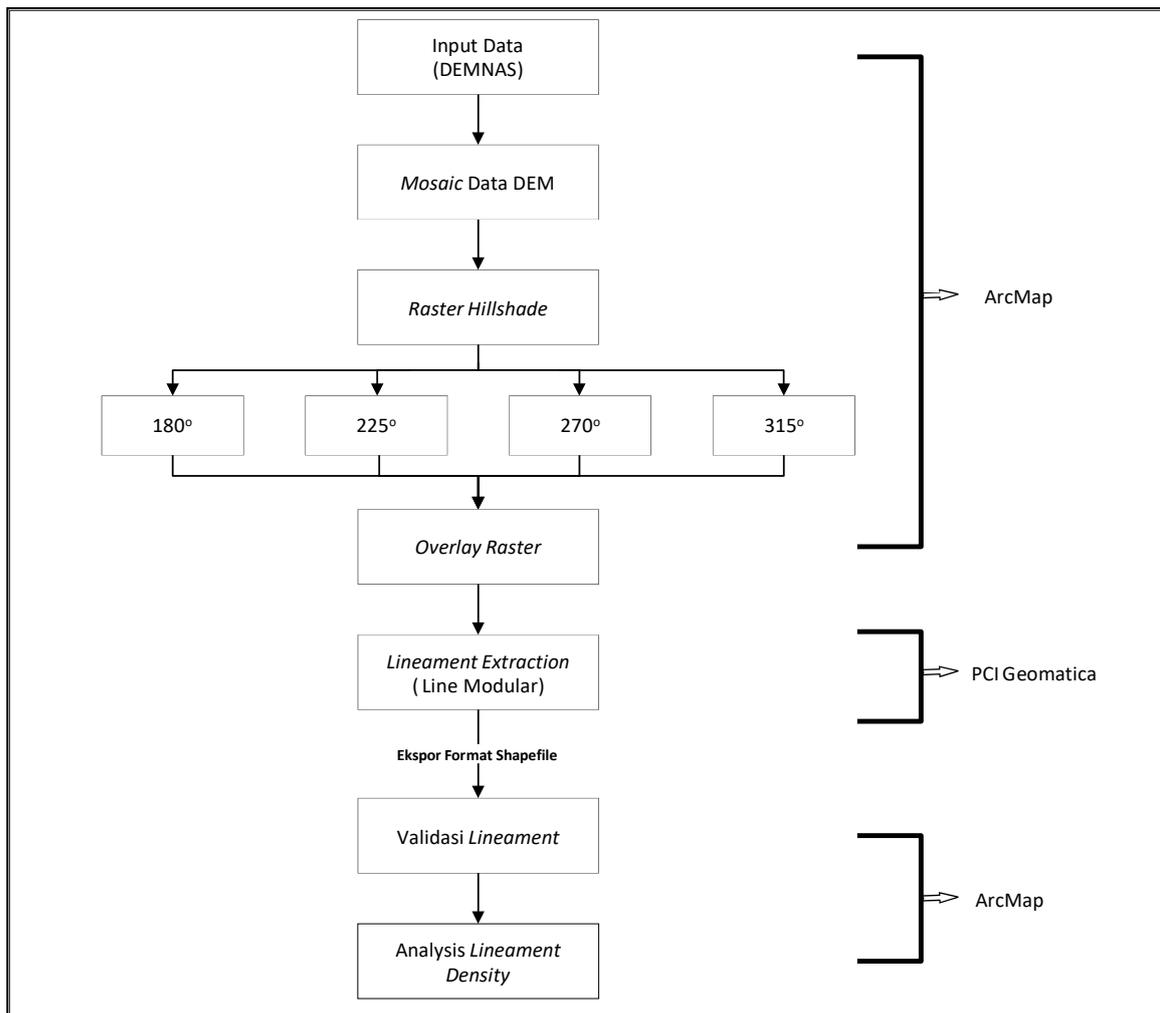
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif-kualitatif, bersifat kuantitatif karena dilakukan dengan mencari nilai zona *high density lineament* yang bersifat semi-otomatis dengan menggunakan perangkat lunak komputer. Di sisi lain, bersifat kualitatif karena hasil pencarian zona *high density lineament* diinterpretasi bersama data geologi lain.

Proses analisis bersifat *desktop study* yang kemudian dilengkapi dengan data-data pengecekan lapangan. Pada studi ini, data sekunder yang digunakan yaitu :

- Data lokasi prospek pada daerah Bangka Selatan (Geoportal ESDM, 2021).
- Data peta geologi regional skala 1 : 250.000 (Margono dkk, 1995), Pusat Studi geologi - Indonesia.
- Data digital DEMNAS (DEM Nasional) dari Badan Informasi Geospasial.

Alur penelitian untuk LDA dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

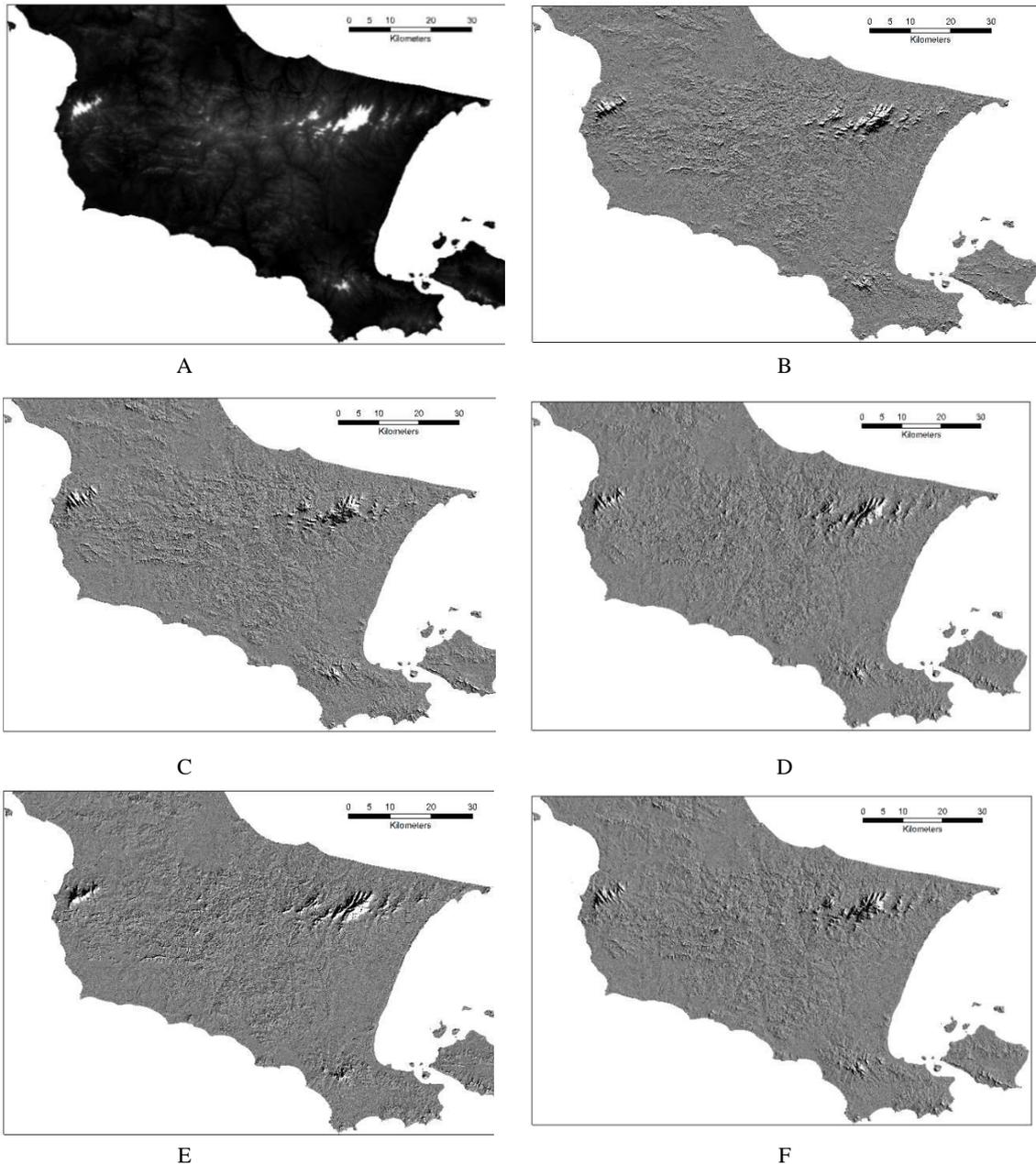
1) Input Data DEMNAS

Penelitian ini menggunakan data DEMNAS yang diakses dari *website* Badan Informasi Geospasial (BIG) memiliki resolusi spasial 8 meter. Data ini dipilih karena memiliki resolusi yang cukup tinggi dan memiliki ukuran file yang lebih rendah dibandingkan data lain. Pada *website* BIG, lokasi penelitian Bangka Selatan terbagi menjadi 16 data DEMNAS. Proses yang dilakukan adalah melakukan *mosaic raster data*, untuk menggabungkan data tersebut menjadi satu data raster.

2) Pembuatan *Hillshade*

Untuk mendapatkan informasi pada data DEM tersebut, dibutuhkan proses pembuatan *hillshade* menggunakan *3D Analyst tools* pada ArcMap. Proses *hillshade* merupakan teknik untuk memvisualisasikan medan dari 2-dimensi menjadi 3-dimensi dengan mempertimbangkan sudut dari arah datangnya sumber cahaya. Data DEMNAS tersebut diubah menjadi data *hillshade* menjadi 4 variasi agar mendapatkan visualisasi data dari berbagai arah. Proses *hillshade* menggunakan sudut *azimuth* 0°, 45°, 90°, dan 135°, sedangkan nilai 45° dipilih sebagai nilai altitude pada kesemua data. Tahapan selanjutnya, Proses overlay dilakukan terhadap data *hillshade*

untuk mendapatkan data yang dapat memvisualisasikan semua sudut. Proses *overlay* menggunakan *Weighted Sum tool* dari *Spatial Analyst Toolbox* dari ArcMap.



Gambar 3. DEM Area Bangka Selatan. (A) Data DEMNAS, (B) *Hillshade* 0°, (C) *Hillshade* 45°, (D) *Hillshade* 90°, (E) *Hillshade* 135°, (F) *Overlay* DEM.

3) Proses Ekstraksi Kelurusan (*Lineament*)

Pada tahapan ini, dilakukan ekstraksi *lineament* menggunakan *Line Module : Lineament Extraction* pada *software* PCI Geomatica. Dalam penggunaan *Lineament Extraction* di PCI Geomatica terdapat beberapa parameter yang perlu diisi yaitu :

a) **DBIC (Database Input Channel)**

Parameter untuk Menentukan layer yang akan diproses.

b) DBOC (*Database output channel*)

Parameter untuk input lokasi layer hasil pemrosesan.

c) DBVS (*Database vector segment*)

Parameter untuk input lokasi vektor *lineament* hasil ekstraksi, secara default vector baru akan terbuat secara otomatis.

d) RADI (*Filter radius*)

Parameter tingkat detail terkecil pada gambar input yang akan dideteksi dalam piksel. Nilai RADI yang besar menunjukkan bahwa lebih sedikit detail yang dapat dideteksi, dan juga lebih sedikit *noise*. Secara *default* nilainya adalah 10.

e) GTHR (*Gradient threshold*)

Parameter ambang batas dalam piksel untuk tingkat gradien minimum untuk piksel tepi. Nilainya berada dalam rentang 0 hingga 255 dan secara *default* memiliki nilai 100.

f) LTHR (*Length threshold*)

Parameter panjang minimum kurva, dalam piksel, untuk dianggap sebagai kelurusan atau untuk diproses lebih lanjut. Nilai defaultnya adalah 30.

g) FTTH (*Line fitting error threshold*)

Parameter kesalahan maksimum, dalam piksel, yang diizinkan saat memasang *polyline* ke kurva piksel. Nilai yang lebih rendah memberikan pemasangan yang lebih baik, tetapi juga segmen *polyline* yang lebih pendek.

h) ATHR (*Angular difference threshold*)

Parameter sudut maksimum, dalam derajat, antara segmen *polyline*. Jika sudut melebihi maksimum yang ditentukan, *polyline* tersegmentasi menjadi dua vektor atau lebih. Sudut ini juga mendefinisikan sudut maksimum antara dua vektor untuk dihubungkan. Nilai *default*-nya adalah 30.

i) DTHR (*Linking distance threshold*)

Parameter jarak minimum, dalam piksel, antara titik akhir dari dua vektor untuk dihubungkan. Nilai *default*-nya adalah 20.

Sebuah kelurusan dapat dibedakan dengan perubahan intensitas gambar yang diukur dengan gradien. Metode ekstraksi ini, bagaimanapun, tidak seakurat sistem visual manusia, yang sangat efisien dalam mengekstrapolasi fitur linier. Jadi, bagi mata manusia, kelurusan yang bervariasi dalam intensitas sangat panjang dapat dilihat sebagai kelurusan tunggal yang panjang, sedangkan untuk metode numerik, kelurusan yang sama dapat muncul sebagai beberapa kelurusan pendek (PCI Geomatica, 2016). Pada penelitian kali ini nilai parameter yang digunakan seperti yang tertera pada tabel berikut.

Tabel 1 Parameter *Line Modular* (Nugroho & Tjahjaningsih, 2016)

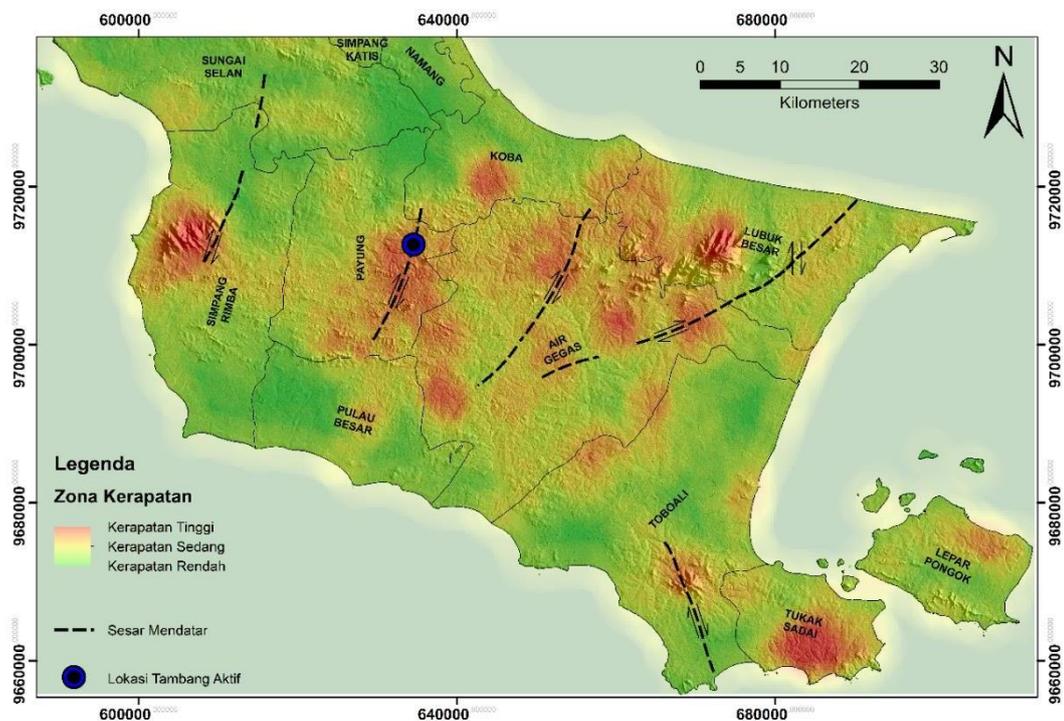
No.	Parameter	Nilai
1	RADI (<i>Filter radius</i>)	60
2	GTHR (<i>Gradien threshold</i>)	120
3	LTHR (<i>Length threshold</i>)	100
4	FTTH (<i>Line fitting error threshold</i>)	3
5	ATHR (<i>Angular difference threshold</i>)	30
6	DTHR (<i>Linking distance threshold</i>)	100

Hasil ekstraksi *lineament* kemudian dilakukan proses ekspor menjadi format *shapefile* agar dapat diolah menggunakan *software* ArcMap. Data *Shapefile lineament* tersebut diolah

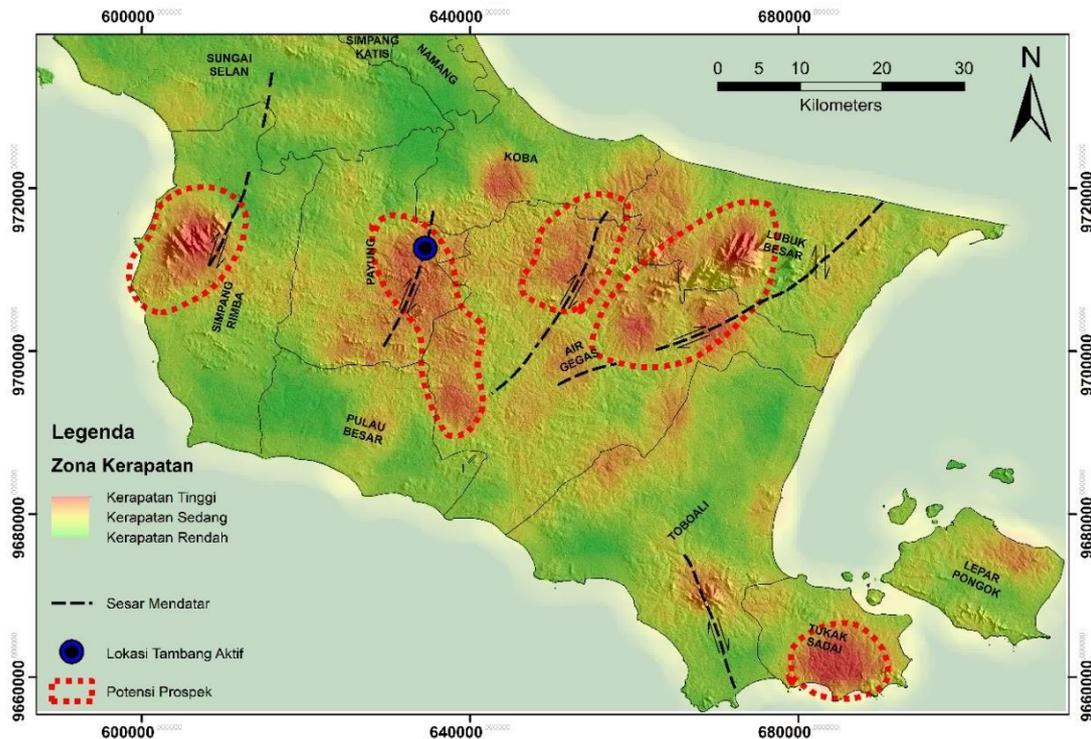
menggunakan *Line Density Tool* pada *Spatial Analyst Toolbox* untuk mendapatkan zona kerapatan kelurusan pada lokasi penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi *lineament* menggunakan *Line Modular* di *software* PCI Geomatica dilakukan pada data DEMNAS Bangka Selatan yang memiliki resolusi spasial 8 meter. Setelah dilakukan ekspor kedalam format *shapefile* dan dilakukan validasi, terdapat 2150 data *lineament*. Validasi dilakukan untuk menghindari kesalahan ekstraksi *lineament* pada program yang diakibatkan dari input data yang digunakan. Selain itu, data *lineament* yang digunakan adalah data *lineament* major yang memiliki panjang ~1 km karena area penelitian yang luas dengan skala peta tergolong kecil. Data *lineament* terpanjang yang didapatkan adalah 4,25 kilometer, sedangkan untuk dominasi data didapatkan pada panjang 1 – 1,25 km dengan persentase 54 % dari keseluruhan data *lineament*.



Gambar 4 Hasil analisis densitas kelurusan dengan penampalan struktur geologi dan tambang aktif Paku pada wilayah Bangka Selatan



Gambar 5 Peta *lineament density* serta potensi prospek mineralisasi timah primer.

Setelah dilakukan analisis *lineament density*, didapatkan zonasi kerapatan data *lineament* yang terbagi menjadi Zona Kerapatan Kelurusan Rendah, Zona Kerapatan Kelurusan Sedang, dan Zona Kerapatan Kelurusan Tinggi. Berdasarkan analisis tersebut terdapat pengelompokan data area yang memiliki jumlah *lineament* yang tinggi membentuk Zona Kerapatan Kelurusan Tinggi. Terdapat beberapa zona kerapatan tinggi ini seperti yang terdapat dalam Gambar 4.

Secara umum, kerapatan tinggi *lineament* terjadi pada daerah yang terpengaruh oleh keberadaan struktur geologi sesar. Wilayah yang memiliki asosiasi tinggi dengan keberadaan sesar antara lain di wilayah Air Gegas, Lubuk Besar, Payung, Tukak Sadai dan Simpang Rimba. Pada lokasi tersebut terdapat struktur sesar yang berarah BD–TL. Area dengan densitas kelurusan yang tinggi pada wilayah-wilayah tersebut diinterpretasikan berasosiasi dengan struktur berumur Paleozoikum Akhir yang terisi oleh mineralisasi timah primer. Sedangkan pada wilayah Toboali kerapatan tinggi *lineament* berasosiasi kuat dengan sesar berarah BL–TG yang berumur Trias-Jura. Keberadaan sesar tersebut diinterpretasikan juga menjadi zona lemah yang diisi oleh mineralisasi timah primer dari fluida hasil intrusi Granit Klabat di Bangka Selatan.

Hasil LDA diperoleh bahwa daerah yang saat ini sedang produksi timah primer yaitu prospek Paku, Kecamatan Payung dengan luas area tambang ~1 km² (Gambar 4) memiliki densitas tinggi dengan orientasi kelurusan dominan berarah Barat Daya-Timur Laut. Sementara itu, berdasarkan Franto et al. (2018) wilayah Toboali yang memiliki densitas tinggi juga terdapat mineralisasi timah primer hasil pengaruh struktur berarah barat laut – tenggara. Pada lokasi tersebut ditemukan mineralisasi timah primer dalam bentuk urat kasiterit pada satuan batupasir. Oleh karena itu dapat ditarik kesimpulan bahwa pada daerah dengan kandungan mineralisasi timah primer terbentuk pada zona dengan intensitas struktur geologi yang kuat.

Keberadaan bukti-bukti tersebut semakin menguatkan bahwa di lokasi lain dengan kerapatan *lineament* tinggi memiliki kemungkinan terhadap prospek mineralisasi timah primer.

Wilayah seperti di Air Gegas, Lubuk Besar, Payung, Tukak Sadai dan Simpang Rimba (Gambar 5) berdasarkan analisis LDA bisa menjadi prospek baru untuk eksplorasi selanjutnya. Data geokimia, litologi, dan persebaran *ore* melalui pemetaan detail perlu dilakukan untuk memastikan keberadaan mineralisasi setiap lokasi tersebut.

KESIMPULAN

Analisis densitas kelurusan (LDA) dapat dilakukan sebagai kajian eksplorasi awal yang membantu dalam pemetaan regional sebagai petunjuk dalam menentukan daerah yang direkomendasikan untuk eksplorasi detail. Pada studi kasus daerah Bangka Selatan, metode ini sangat cocok untuk diaplikasikan karena mineralisasi timah pada daerah penelitian sangat dikontrol oleh struktur geologi. Terdapat beberapa daerah di Bangka Selatan yaitu Air Gegas, Lubuk Besar, Payung, Tukak Sadai dan Simpang Rimba dapat menjadi prospek baru sehingga dirasa perlu untuk dilakukan eksplorasi lanjut seperti pemetaan alterasi dan mineralisasi secara detail. Keunggulan metode ini adalah cepat, murah, dan akurat sehingga dapat sangat membantu penentuan prospek endapan timah primer dengan meminimalisir kerugian.

PUSTAKA

- Ali, M. M., Sutanto, dan Suprpto. (2017). Studi Karakteristik Mineralisasi Timah Primer Tipe Endapan Greisen Blok Lembah Jambu, Tempilang, Bangka Barat, Kepulauan Bangka dan Belitung. Seminar Nasional Kebumihan ke-10, 1149-1164.
- Franto, Prumujoyo, S., & Donny Setijadji, L. (2018). Alteration mineral mapping to identify primary tin potential using Landsat 8 images and geographic information system in Rimba Kulit Area, Southern of Bangka Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 212(1).
- Mangga, S. A., dan Djamal, B. (1994). Peta Geologi Lembar Bangka Utara, Skala 1:250.000. Bandung: Pusat Penelitian Pengembangan Geologi
- Margono, U., Supandjoyo, RJB., & Partoyo, E. (1995). Peta Geologi Lembar Bangka Selatan, Skala 1:250.000. Bandung: Pusat Penelitian Pengembangan Geologi.
- Ni, C., Zhang, S., Liu, C., Yan, Y., & Li, Y. (2016). Lineament Length and Density Analyses Based on the Segment Tracing Algorithm: A Case Study of the Gaosong Field in Gejiu Tin Mine, China. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016(September). <https://doi.org/10.1155/2016/5392453>
- Nugroho, U. C., & Tjahjaningsih, A. (2016). Lineament density information extraction using Dem. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 13(1), 67–74.
- PCI Geomatica. (2016). PCI Geomatica user's guide, Ontario. Canada: Richmond Hill
- Phani, P. R. C., Jayaram, T., & Jayalakshmi, G. (2014). An Analysis of Lineaments and Mineral Occurrences of Veligallu Schist Belt and Surroundings, Eastern Dharwar Craton, India using Remote Sensing & GIS. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 1(5), 198–204.
- Sillitoe, R.H., (1999), Style of High Sulphidation Gold, Silver, and Copper Mineralisation in Porphyry and Epithermal Environments, *Proceeding of The Pacific Rim at Bali*
- Survey, U. S. (2016). Elemental Analysis Using a Handheld X-Ray Fluorescence Spectrometer. New York: U.S. Geological Survey.
- Tempfli, K. 1991. DTM and differential modeling. In Suharyadi, R., Sapt, B., Purwanto, TH, Rosyadi. RI, Farda, NM, Wijaya, MS, 2012. Practical Guidelines for Geographic Information Systems: Spatial Modeling. Yogyakarta: Faculty of Geography, Gadjah Mada University

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada pihak PT. Timah yang telah memberikan informasi tentang gambaran kegiatan eksplorasi timah primer di area Bangka Selatan.