

PENGOLAHAN DATA LANDSAT DAN GRAVITASI SEBAGAI INDIKASI PANASBUMI DAERAH RANA KULAN, NTT

By Pangeran Brandon Imran

PENGOLAHAN DATA LANDSAT DAN GRAVITASI SEBAGAI INDIKASI PANASBUMI DAERAH RANA KULAN, NTT

LANDSAT AND GRAVITY DATA PROCESSING AS A GEOTHERMAL INDICATION OF THE RANA KULAN, NTT

Pangeran Brandon Imran^{1*}, Erwin Fernanda², Sthevanie Dhita Sudrazat³

^{1,2,3}Teknik Geofisika, Fakultas Teknologi Eksplorasi dan Produksi, Universitas Pertamina

¹brandonimran@gmail.com

Kata Kunci:

Gravitasi, Inversi Non-Linear, Landsat 8, Panasbumi, SVD.

Abstrak. Pemanfaatan panasbumi Indonesia hingga kini baru mencapai 4% dari seluruh cadangan yang tersedia. Sedangkan Indonesia memiliki cadangan panasbumi sebesar 29000 MW yang merupakan 40% dari cadangan dunia. Oleh karena itu, dibutuhkan pemetaan daerah prospek panasbumi untuk mendukung studi awal dalam melakukan eksplorasi panasbumi. Pengolahan data landsat 8 dilakukan dengan metode NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) sedangkan data gravitasi menggunakan metode SVD (Second Vertical Derivative serta Inversi Non-Linear. Penelitian ini menghasilkan peta suhu permukaan tanah, peta persebaran anomali gravitasi dan model 2D struktur geologi daerah penelitian yang didukung oleh peta geologi. Hasil pengolahan dan interpretasi data menunjuk¹⁸ bahwa patahan merupakan struktur utama dan minor di Rana Kulan yang berasosiasi dengan suhu permukaan tanah yang tinggi. Dengan demikian, hal ini menunjukkan bahwa daerah Rana Kulan memiliki potensi panasbumi yang dapat dikaji lebih lanjut pada penelitian selanjutnya.

Abstract. Utilization of Indonesia's geothermal energy has only reached 4% of all available reserves. Meanwhile, Indonesia has geothermal reserves of 29000 MW which constitute 40% of the world's reserves. Therefore, it is necessary to map the geothermal prospect area to support the initial study in conducting geothermal exploration. Landsat 8 data processing was carried out using the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) method while the gravity data used the SVD (Second Vertical Derivative) method and Non-Linear Inversion. This research produces a map of land surface temperature, a map of the distribution of gravity anomalies and a 2D model of the geological structure of the study area supported by a geological map. The results of data processing and interpretation indicate that the fault is a major and minor structure in Rana Kulan which is associated with high soil surface

Keyword:

Geothermal, Gravity,

Landsat 8, Non-Linear
Inversion, SVD.

temperatures. Thus, this indicates that the Rana Kulan area has geothermal potential which can be studied further in further research.

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi fosil semakin menipis seiring berjalannya waktu, sedangkan kebutuhan energi semakin meningkat. Sehingga dibutuhkan energi terbarukan untuk mengimbangi permintaan kebutuhan tersebut, salah satunya adalah energi panasbumi. Energi panasbumi merupakan salah satu energi yang dapat diperbaharui untuk dapat mencukupi ketersediaan energi selama kondisi lingkungan dapat terjaga keseimbangannya. Pemanfaatan energi panasbumi di Indonesia baru mencapai 4% dari 29000 MW cadangan yang tersedia (Hutahean dan Silaban, 2017). Sehingga pemetaan panasbumi secara menyeluruh dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi pada eksplorasi lebih lanjut. Salah satu daerah yang menjadi perhatian khusus penelitian ini adalah Rana Kulan, NTT, Indonesia. Berdasarkan laporan kementerian ESDM, Daerah Rana Kulan memiliki bukti manifestasi berupa mata air panas dengan suhu 37,3°C (Direktorat Panasbumi, 2017). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa lebih lanjut pemetaan Land surface temperature dan anomali gravitasi untuk memperluas prospek panasbumi sehingga peluang menemukannya potensi panasbumi lebih besar. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi studi awal untuk penentuan titik produksi panasbumi di Indonesia.

Adapun tujuan dari penelitian ini, sebagai berikut:

- Menentukan karakteristik struktur geologi berdasarkan hasil SVD dan Inversi nonlinear pada data gravitasi.

- Menentukan karakteristik suhu permukaan tanah daerah penelitian berdasarkan hasil Land Surface Temperature (LST).
- Menentukan daerah potensi panasbumi berdasarkan hasil integrasi antara Land Surface Temperature dan struktur geologi.

15

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Daerah Rana Kulan termasuk dalam Busur Vulkanik (Volcanic Arc) di kepulauan Nusa Tenggara yang terbentuk akibat subduksi lempeng Indo-Australia di bawah busur Sunda-Banda pada masa Tersier (Darman dan Sidi, 2000). Pada daerah ini terdapat struktur geologi berupa sesar normal sebagai pengontrol kemunculan mata air panas, sesar geser jurus manganan, lipatan, dan kelurusan. Kasbani (2009) menyatakan bahwa sistem panasbumi disusun oleh batuan vulkanik menengah yang mengandung Andesit-Basalt. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Ruteng skala 1:125.000 oleh Koesoemadinata, dkk (1994) dalam Nasution (2014), daerah penelitian (gambar 2a) terdiri atas enam formasi yaitu Formasi Kiro (satuan batuan breksi dengan komponen batuan andesit dan basal, lava dan tuf dengan sisipan batupasir tufan), Formasi Bari (satuan batuan batugamping berselingan dengan batugamping pasiran), Formasi Nangapanda (satuan batuan batupasir yang memiliki komponen andesit dan basalt, dan batu gamping), Formasi Waihegang (satuan batuan batugamping klastika), Formasi Laka (satuan batuan Tuf, setempat berselingan dengan batupasir tufan; setempat bersisip-an

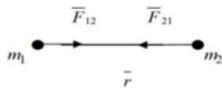
batupasir gampingan) dan Formasi Diorit Kuarsa).

2.2 Metode Gravitasi

Metode Gayaberat (Gravitasi) merupakan metode Geofisika yang didasarkan oleh hukum Newton tentang gravitasi. Dengan Hukum gravitasi Newton dinyatakan bahwa gaya tarik menarik antara dua buah benda adalah sebanding dengan massa kedua benda tersebut dan berbanding terbalik dengan jarak antara pusat massa kedua benda tersebut yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Hinze, 2013)

$$F = G \frac{M m}{R^2} \hat{r} \quad (1)$$

Dimana, F (N) merupakan gaya tarik-menarik antara dua benda yang memiliki massa, G ($6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$) adalah konstanta gravitasi, M (kg) adalah massa benda pertama, m (kg) adalah massa benda kedua, dan R (m) adalah jarak antara kedua benda



Gambar 1. Gaya Tarik Menarik antara m_1 dan m_2 pada jarak r.

2.3 Second Vertical Derivative (SVD)

Metode Second Vertical Derivative (SVD) digunakan untuk mendukung interpretasi jenis struktur data anomali Bouguer yang diakibatkan oleh struktur patahan turun atau patahan naik (Sarkowi, 2011). Persamaan SVD (Telford, dkk., 1976) adalah sebagai berikut:

$$\frac{\delta^2 \Delta g}{\delta z^2} = \left(\frac{\delta^2 \Delta g}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 \Delta g}{\delta y^2} \right) \quad (2)$$

Untuk data 1D persamaannya menjadi persamaan (3) berikut:

$$\frac{\delta^2 \Delta g}{\delta z^2} = - \left(\frac{\delta^2 \Delta y}{\delta x^2} \right) \quad (3)$$

Berdasarkan penelitian Sarkowi (2011), jenis struktur sesar dapat dilihat dari hasil slicing data SVD. Apabila nilai absokut maksimum kurva lebih besar disbanding nilai absokut

minimum kurva maka jenis patahannya adalah patahan normal, dan sebaliknya menunjukkan patahan naik.

$$\left| \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right|_{maks} > \left| \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right|_{min} \quad (4)$$

$$\left| \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right|_{maks} < \left| \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right|_{min} \quad (5)$$

2.4 Inversi Non-Linear

Perhitungan inversi non-linear menggunakan turunan rumus metode Newton dengan asumsi $H = 0$ (matriks Hessian) seperti yang ditunjukkan oleh rumus berikut:

$$m_{n+1} = m_n + (J_n^T J_n)^{-1} \cdot (J_n^T [d_n - g(m_n)]) \quad (6)$$

dengan $gn(m_1, m_2, \dots, m_k) = d_n$, untuk setiap k bilangan asli, $m_k(0)$ adalah parameter awal ke-k, dan matriks jacobian dirumuskan sebagai berikut:

$$J = \begin{bmatrix} \left(\frac{\partial g}{\partial m_1} \right)_1 (m_1(0)) & \dots & \left(\frac{\partial g}{\partial m_k} \right)_1 (m_k(0)) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\frac{\partial g}{\partial m_1} \right)_n (m_1(0)) & \dots & \left(\frac{\partial g}{\partial m_k} \right)_n (m_k(0)) \end{bmatrix} \quad (7)$$

2.5 LST (Land Surface Temperature)

Suhu permukaan merupakan suhu bagian terluar dari suatu objek yang bergantung pada sifat fisik permukaan objek berupa emisivitas. Pemetaan suhu permukaan atau Land surface temperatur dilakukan untuk mengetahui wilayah distribusi spasial yang mempengaruhi kenaikan temperatur permukaan tanah. Objek yang memiliki emisivitas, kapasitas panas rendah, dan konduktivitas termal tinggi akan mengalami peningkatan suhu permukaan, sedangkan sebaliknya, akan mengalami penurunan suhu permukaan. (Sutanto dalam Ariyadi, 2007).

Untuk mendapat LST atau suhu permukaan tanah yang dikoreksi emisivitas T_s dihitung sebagai berikut:

$$T_s = \frac{BT}{\left\{ 1 + \left[\left(\frac{BT}{\rho} \right) \ln \epsilon_\lambda \right] \right\}} \quad (8)$$

Dimana T_s adalah LST dalam Celcius, BT pada sensor BT ($^{\circ}\text{C}$), λ adalah Panjang gelombang emisi yang dipancarkan (dimana respon puncak dan rata-rata dari batasan gelombang ($\lambda = 10.895$ (Markham dan Barker, 1985) akan digunakan), ϵ_λ adalah emisivitas berdasarkan kalkulasi oleh F. Wang, Dkk., (2015).

Dalam menentukan nilai LST dibutuhkan beberapa koreksi seperti koreksi atmosfer dengan memasukkan band 10. Kemudian dilakukan konversi radiasi atmosfer ke sinar inframerah menggunakan data spectral radiance ke brightness temperature menggunakan konstanta termal dalam file LANDSAT.

4

3. METODE PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

Untuk data penelitian yang digunakan terdiri dari 2 jenis data yaitu:

- Data Utama

8 Data Utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gravitasi dan data landsat 8. Data gravitasi didapatkan dari data satelit yang diunduh pada website Topex.org. Sedangkan data landsat 8 didapatkan dari data satelit pada website USGS. Data landsat 8 merupakan data yang digunakan untuk metode penginderaan jauh yang memiliki 11 macam saluran (band) dengan resolusi spasial yang berkisar 15 x 15 meter hingga 100 x 100 meter (United States Geological Survey, 2016).

- Data Pendukung

Data Pendukung merupakan data yang digunakan untuk mendukung hasil analisa

data utama. Data Pendukung yang digunakan di penelitian ini adalah peta lembar geologi Ruteng, data geologi, dan literatur yang terkait dengan pembahasan.

11

3.2. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

- Daerah slicing tegak lurus dengan arah sesar pada peta lembar geologi Ruteng dan dapat dilihat pada gambar 2.
- Belum ada validasi dari hasil pengolahan data di lapangan daerah penelitian
- Fokus dari penelitian ini adalah pemetaan panas bumi yang bersifat kualitatif, dengan maksud untuk penentuan prioritas studi lanjut terkait daerah penelitian.

3.3. Diagram Alur Penelitian

3.3.1. Data Utama

Sebelum pengolahan data, dilakukan pengunduhan data landsat 8 dan data gravitasi. Setelah itu, dilakukan pengolahan data untuk data landsat terlebih dahulu melalui software ArcGis. Pada data landsat, penulis menggunakan band 4, 5, dan 10. Pada data landsat band 10, kita melakukan koreksi atmosfer dan sensor inframerah menggunakan Radiative flash transfer model dengan 6S simulation model untuk Landsat 4-7, dan Internal algorithm untuk Landsat 8 (United States Geological Survey, 2014). Setelah itu, penulis melakukan perhitungan nilai NDVI menggunakan band 4 dan band 5. Setelah didapatkan nilai NDVI, penulis melakukan perhitungan nilai emisivitas. Setelah itu, penulis melakukan perhitungan nilai temperatur berdasarkan hasil koreksi data band 10 dan nilai emisivitas. Dengan demikian, hasil dari perhitungan tersebut merupakan persebaran nilai LST ($^{\circ}\text{C}$) yang berupa peta (Gambar 4).

Data gravitasi diolah menggunakan software Oasis Montaj. Data gravitasi diplot menjadi

peta anomali gravitasi Bouguer lengkap. Penulis melakukan pemisahan anomali dengan filter upward continuation, sehingga anomali regional dan residual dapat terpisah yang berupa peta regional dan peta residual (Gambar 4). Setelah didapatkan anomali residual, penulis melakukan filter SVD pada data residual. Hasil dari filter tersebut digunakan untuk menganalisa struktur patahan. Setelah itu, penulis melakukan slicing data menggunakan software Surfer untuk data residual yang sebelum dan sesudah difilter. Data hasil slicing (Gambar 5) akan digunakan untuk melakukan pengolahan inversi non-linear dan analisa SVD menggunakan software Python.

3.3.2. Klasifikasi Temperatur dan Prioritas Studi Lanjut

Nilai Land Surface Temperature (LST) diklasifikasikan seperti penelitian yang dilakukan oleh Tampubolon, dkk (2017), kemudian disesuaikan dengan nilai LST secara statistik dari software ArcGis seperti yang ditunjukkan dengan tabel 1. Kemudian analisa potensi panasbumi dilakukan berdasarkan lima klasifikasi prioritas pada tabel 2 yang merujuk pada penelitian oleh Farras (2017).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada daerah penelitian, diketahui terdapat 12 Line berdasarkan hasil digitasi struktur peta geologi lembar Ruteng. Line tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga tegak lurus dengan struktur dari peta geologi lembar Ruteng. Tabel 3 merupakan hasil pengolahan data baik data gravitasi maupun data landsat.

Hasil pengolahan data gravitasi berupa peta residual digunakan untuk mendapatkan nilai Second Vertical Derivative (SVD) dalam grafik sehingga dapat ditentukan keberadaan

kemenerusan serta jenisnya. Keberadaan sesar pada grafik ditunjukkan dengan perubahan nilai SVD secara tiba-tiba dan signifikan. Dengan dasar tersebut, 12 line dari 13 line menunjukkan adanya perubahan nilai SVD yang tiba-tiba dan signifikan turun kemudian naik. Perubahan tersebut terlihat kecuali pada line 10 yaitu pada koordinat x yang ditunjukkan oleh tabel 3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemenerusan pada peta litologi dapat dikonfirmasi sebagai sesar kecuali untuk line 10. Selain itu, line 13 yang melewati line 9 menjadi validasi bahwa kemenerusan line 9 di peta litologi benar merupakan sesar karena dapat ditunjukkan baik oleh line 9 maupun line 13. Penelitian yang dilakukan oleh Sarkowi (2011) menyatakan bahwa jenis sesar dapat ditentukan berdasarkan nilai absolut minimum dan maksimum dari SVD. Apabila nilai absolut maksimum lebih besar dari absolut minimum menunjukkan patahan normal (turun), sebaliknya, jika nilai absolut maksimum lebih kecil dari nilai absolut minimum maka patahan merupakan patahan naik. Berdasarkan rujukan penelitian tersebut, pada tabel 3 ditunjukkan bahwa dari 12 line yang terindikasi patahan (sesar), line 3, 4, 6, dan 13 menunjukkan jenis patahan normal. Sedangkan line 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, dan 12 menunjukkan jenis patahan naik. Keberadaan patahan ini merupakan asal mula manifestasi dari panasbumi. Hal ini juga didukung dari keberadaan mata air panas di sebelah barat tidak jauh dari daerah penelitian. Sehingga semua line selain line 10 memiliki potensi panas bumi yang cukup tinggi dari keberadaan patahan.

Hasil pengolahan data landsat menghasilkan nilai temperatur dari daerah penelitian seperti yang ditunjukkan oleh tabel 3. Persebaran nilai LST berada pada rentang $(-126)^{\circ}\text{C} - 39.1^{\circ}\text{C}$, dengan nilai LST tertinggi terletak pada line 2 dan nilai LST terendah terletak pada line 6. Berdasarkan klasifikasi temperatur tabel 1, line

dengan temperatur rendah adalah line 6, 9, dan 11. Sedangkan daerah dengan temperatur sedang adalah line 4, 5, 7, 8, 10, dan 12. Dan daerah dengan temperatur tinggi adalah line 1, 2, dan 3. Temperatur permukaan yang tinggi merupakan indikasi keberadaan manifestasi panasbumi. Sehingga line yang memiliki nilai temperatur tinggi memiliki potensi panasbumi yang lebih tinggi dibanding dengan line lain yang memiliki nilai temperatur permukaan lebih rendah.

Kasbani (2009) menyatakan bahwa batuan penyusun panasbumi merupakan batuan vulkanik khususnya batuan berumur miosen tengah yang memiliki kandungan Andesit-Basalt. Formasi litologi penyusun daerah penelitian ditunjukkan oleh Peta litologi (Gambar 2), dimana daerah penelitian tersusun atas enam formasi dan tiga diantaranya memiliki kandungan Andesit-Basalt. Tiga formasi tersebut adalah formasi Bari, formasi Kiro, dan formasi Nangapanda. Seluruh line penelitian memiliki satu atau lebih dari tiga formasi tersebut. Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki kandungan batuan penyusun panasbumi sehingga potensi panasbumi juga tinggi.

Selain faktor pendukung potensi panasbumi, keadaan lingkungan juga perlu diperhatikan dalam melakukan eksplorasi dan eksploitasi lanjutan pada daerah penelitian. Keadaan lingkungan mempengaruhi kemudahan akses transportasi menuju lokasi dan biaya pembangunan infrastruktur. Vegetasi yang lebat dapat menjadi rintangan akses menuju lokasi, dan mengakibatkan pengeluaran biaya pembangunan infrastruktur menjadi lebih tinggi untuk membangun jalan sebagai akses transportasi. Sedangkan pemukiman dapat

menguntungkan dalam kemudahan akses transportasi karena telah tersedia dan dapat mengurangi biaya pembangunan infrastruktur. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka line dengan keadaan lingkungan berupa pemukiman memiliki potensi panasbumi lebih tinggi daripada line dengan keadaan lingkungan berupa vegetasi yang lebat.

Berdasarkan hasil inversi non-linear pada line 13 (Gambar 6) terdapat stuktur yang ditandai dengan perbedaan dua kontras densitas. Hal tersebut sesuai dengan peta geologi dimana pada titik line 13 yang memotong kemenerusan pada line 9 terbukti sebagai struktur patahan di kedua line.

5. KESIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa potensi panasbumi paling tinggi berada pada line 2 dan line 5, dikarenakan pada line tersebut menunjukkan adanya keberadaan sesar dengan temperatur yang tinggi serta kondisi lingkungan yang didominasi oleh pemukiman. Sedangkan hasil dengan potensi panasbumi paling rendah berada pada line 6, 9, 10, dan 11, dengan hasil menunjukkan adanya keberadaan/tidak keberadaan sesar dengan temperatur yang rendah serta kondisi lingkungan yang didominasi oleh pemukiman/vegetasi lebat.

Kemenerusan yang ditunjukkan pada peta geologi merupakan struktur patahan baik sesar normal maupun sesar naik dari hasil grafik nilai SVD. Struktur berupa sesar tersebut tervalidasi dari line 13 dan line 9 yang memotong struktur kemenerusan yang sama.

PENGOLAHAN DATA LANDSAT DAN GRAVITASI SEBAGAI INDIKASI PANASBUMI DAERAH RANA KULAN, NTT

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	Yasrifa Fitri Aufia, Karyanto Karyanto, Rustadi Rustadi. "PENDUGAAN PATAHAN DAERAH "Y" BERDASARKAN ANOMALI GAYABERAT DENGAN ANALISIS DERIVATIVE", Jurnal Geofisika Eksplorasi, 2020 Crossref	51 words — 2%
2	123dok.com Internet	47 words — 2%
3	ejournal3.undip.ac.id Internet	32 words — 1%
4	www.scribd.com Internet	30 words — 1%
5	www.orcapaint.co.id Internet	15 words — 1%
6	lmjaelani.com Internet	13 words — 1%
7	jgsm.geologi.esdm.go.id Internet	13 words — 1%
8	repository.ipb.ac.id:8080 Internet	11 words — < 1%
9	repository.ipb.ac.id Internet	11 words — < 1%
10	id.scribd.com	

Internet

11 words — < 1 %

11 eprints.uny.ac.id
Internet

10 words — < 1 %

12 www.mindautama.com
Internet

10 words — < 1 %

13 repo.itera.ac.id
Internet

9 words — < 1 %

14 ejournal.uin-malang.ac.id
Internet

8 words — < 1 %

15 repository.its.ac.id
Internet

8 words — < 1 %

16 www.neliti.com
Internet

8 words — < 1 %

17 garuda.ristekbrin.go.id
Internet

8 words — < 1 %

18 natural-b.ub.ac.id
Internet

8 words — < 1 %

19 library.universitaspertamina.ac.id
Internet

8 words — < 1 %

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF