

**PENDUGAAN PANAS BUMI BERDASARKAN
LAND SURFACE TEMPERATURE DAN MAGNETOTELLURIK
(STUDI KASUS: PANTAR, NUSA TENGGARA TIMUR)**



SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana sains
program studi fisika kelompok bidang kajian fisika kebumian

Oleh:

Reza Mochammad Akbar

2107460

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

LEMBAR HAK CIPTA

PENDUGAAN PANAS BUMI BERDASARKAN
***LAND SURFACE TEMPERATURE* DAN MAGNETOTELLURIK**
(STUDI KASUS: PANTAR, NUSA TENGGARA TIMUR)

Oleh:

Reza Mochammad Akbar

2107460

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Reza Mochammad Akbar
Universitas Pendidikan Indonesia
Juni 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
Dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

REZA MOCHAMMAD AKBAR

**PENDUGAAN PANAS BUMI BERDASARKAN
LAND SURFACE TEMPERATURE DAN MAGNETOTELLURIK
(STUDI KASUS: PANTAR, NUSA TENGGARA TIMUR)**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

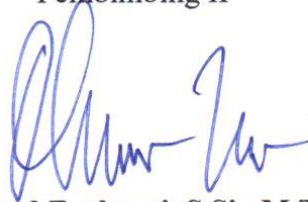
Pembimbing I



Dr. Mimin Iryanti, S.Si., M.Si.

NIP. 197712082001122001

Pembimbing II

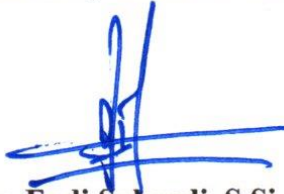


Ahmad Zarkasyi, S.Si., M.T.

NIP. 197911102005021002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika



Prof. Dr. Endi Suhendi, S.Si., M.Si.

NIP. 197905012003121001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : [Reza Mochammad Akbar]
NIM : [2107460]
Program Studi : [Fisika]
Judul Karya : [Pendugaan Panas Bumi Berdasarkan *Land Surface Temperature* dan Magnetotellurik (Studi Kasus: Pantar, Nusa Tenggara Timur)]

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri.

Saya menjamin bahwa seluruh karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

[Cimahi, Juli 2025]

Tanda tangan: _____

(Reza Mochammad Akbar)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pendugaan Panas Bumi Berdasarkan *Land Surface Temperature* dan Magnetotellurik (Studi Kasus: Pantar, Nusa Tenggara Timur)”. Skripsi ini dipersembahkan untuk keluarga saya yaitu Bapak Rd. Waluya Widjayasatra, Ibu Enung Koharawati, Kakak Yoga Nugraha, S.Tr.Kom., dan Kakak Ipar Reni Anggraeni.

Semoga setiap pihak yang telah memberikan bantuan dalam berbagai bentuk mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT. Penulis juga menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini masih belum sempurna karena keterbatasan ilmu yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan. Harapannya, penelitian dan skripsi ini dapat memberikan manfaat serta berkontribusi secara berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Cimahi, Juli 2025

Reza Mochammad Akbar

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis meyakini bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan dapat terlaksana tanpa adanya bantuan, dukungan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Mimin Iryanti, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memfasilitasi, memberikan arahan, masukan, dukungan, motivasi, serta bimbingan selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Ahmad Zarkasyi, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Perwakilan Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panasbumi (PSDMBP) yang telah memberikan segala arahan, masukan, bimbingan, dukungan, dan motivasi selama penulis melakukan penelitian.
3. Ibu Suci Ramayanti, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Program Studi Fisika yang telah membimbing dan membantu dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Endi Suhendi, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, masukan, bimbingan, dukungan, serta motivasi selama penulis menuntut ilmu di Program Studi Fisika FPMIPA UPI.
5. Bapak Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T. dan Ibu Dr. Selly Feranie, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Penelaah Skripsi yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses revisi.
6. Bapak dan ibu dosen pengajar di Program Studi Fisika atas segala ilmu dan wawasan selama proses pembelajaran.
7. Bapak Rd. Waluya Widjayasatra dan Ibu Enung Koharawati yang telah menyertai doa serta berperan besar dalam keberhasilan pendidikan penulis hingga saat ini, juga kepada seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat.
8. Ibu Elfitra Desifatma, S.Pd., M.Si., Bapak I Gede Putu Fadjar Djaja, S.Si., M.Si., dan Bapak Prihandhanu Mukti Pratomo, S.Si., M.Si., selaku Dosen Institut Teknologi Bandung yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

9. Ibu Fitri Purnamasari Liveta, selaku kepala bagian umum Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panasbumi (PSDMBP) yang sudah memberikan izin dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini.
10. *Physical'21* selaku teman kelas atas kerjasama, kebersamaan, dan bantuan yang pernah diberikan.
11. Tim Bagindah: Andika Perdana, Billy Rhafiq Sumitra, Muhammad Azfa Adzikri, dan Muhammad Nur Al Araf yang telah berjuang bersama selama proses perkuliahan.
12. Tim Integral: Faizal Fahrezha, Fauzan Nur Elsafitri, Rafa Fadila, dkk yang telah berjuang bersama selama proses perkuliahan.
13. Bintang Cantika Ayuni, S.Si., selaku kakak tingkat atas kerjasama dan bantuan yang pernah diberikan.
14. Heatwelve, selaku teman kelompok MSIB Batch 6 yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
15. Barudag Panas Dalam, selaku teman selama penelitian di PSDMBP yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
16. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan belum mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna memperbaiki dan meningkatkan kualitas kedepannya.

Cimahi, Juli 2025

Reza Mochammad Akbar

Pendugaan Panas Bumi Berdasarkan *Land Surface Temperature* dan Magnetotellurik (Studi Kasus: Pantar, Nusa Tenggara Timur)

ABSTRAK

Pulau Pantar di Nusa Tenggara Timur menunjukkan potensi panas bumi yang menarik, ditandai dengan adanya manifestasi. Dalam studi awal eksplorasi panas bumi, *land surface temperature* sering dimanfaatkan sebagai indikator awal keberadaan sumber energi panas bumi dari bawah permukaan. Untuk mendapatkan gambaran struktur bawah permukaan serta komponen sistem panas bumi secara detail, digunakanlah metode Magnetotellurik (MT). Namun, hingga saat ini, belum ada pemetaan yang terintegrasi dan mendalam di daerah Pantar yang secara spesifik mengidentifikasi daerah dan komponen sistem panas bumi, khususnya melalui integrasi metode LST dan MT. Penelitian ini bertujuan untuk menduga daerah panas bumi berdasarkan anomali *land surface temperature* serta mengidentifikasi komponen sistem panas bumi berdasarkan penampang resistivitas 2-Dimensi hasil inversi data Magnetotellurik (MT). Hasil penelitian menunjukkan adanya anomali suhu permukaan yang mencapai 41.3°C. Zona indikatif panas bumi berada di timur laut Gunung Sirung dengan total luas sekitar 10,4 km² dan mencakup beberapa manifestasi berupa tanah panas Bukit Beang dan Kuaralau. Sementara itu, interpretasi penampang resistivitas dua dimensi Magnetotellurik berhasil mengidentifikasi bagian penting sistem panas bumi, di mana nilai resistivitas rendah ($< 12 \Omega\text{m}$) mengindikasikan keberadaan lapisan *caprock*, resistivitas sedang ($12 - 58 \Omega\text{m}$) menunjukkan keberadaan lapisan *reservoir* fluida hidrotermal, dan nilai resistivitas tinggi ($> 58 \Omega\text{m}$) diindikasikan sebagai respon dari lapisan sumber panas (*heatsource*).

Kata Kunci: *dugaan, panas bumi, land surface temperature, magnetotellurik*

Geothermal Estimation Based on Land Surface Temperature and Magnetotelluric (Case Study: Pantar, East Nusa Tenggara)

ABSTRACT

Pantar Island in East Nusa Tenggara shows interesting geothermal potential, characterized by the presence of manifestations. In early geothermal exploration studies, Land Surface Temperature is often utilized as an early indicator of the presence of geothermal energy symbols from the subsurface. However, until now, there has been no integrated and in-depth mapping in the Pantar area that specifically identifies the area and components of the geothermal system, especially through the integration of LST and MT methods. This study aims to estimate geothermal areas based on land surface temperature anomalies and identify geothermal system components based on 2-Dimensional resistivity cross-section of Magnetotelluric (MT) data inversion results. The results showed a surface temperature anomaly that reached 41.3°C. The indicative geothermal zone is located northeast of Mount Sirung with a total area of approximately 10,4 km² and includes several manifestations in the form of Bukit Beang and Kuaralau warm ground. Meanwhile, interpretation of two-dimensional Magnetotelluric resistivity cross-sections successfully identified important parts of the geothermal system, where low resistivity values (< 12 Ωm) indicate the presence of caprock layers, moderate resistivity (12 – 58 Ωm) indicate the presence of a hydrothermal fluid reservoir layer, and high resistivity values (> 58 Ωm) are indicated as a response from the heat source layer.

Keyword: *estimation, geothermal, land surface temperature, magnetotelluric*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Panas Bumi.....	6
2.1.1 Sistem Panas Bumi.....	6

2.2	Citra Landsat 9	8
2.2.1	<i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i>	10
2.2.2	<i>Land Surface Temperature (LST)</i>	11
2.2.3	<i>Anomali Land Surface Temperature (LST)</i>	14
2.3	Komponen Panas Bumi	14
2.3.1	Sumber Panas	15
2.4.2	<i>Reservoir</i>	15
2.4.3	Lapisan Penudung	16
2.5	Manifestasi Panas Bumi	16
2.5.1	<i>Hot Spring</i>	17
2.5.2	Kolam Air Panas	17
2.5.3	<i>Fumarol</i>	18
2.5.4	Tanah Panas	18
2.4	Magnetotellurik (MT).....	19
2.4.1	Persamaan Maxwell	20
2.4.2	Impedansi Bumi Homogen	25
2.4.3	Pemodelan Bumi Dua Dimensi	31
2.4.4	Inversi <i>Nonlinear Conjugate Gradient (NLCG)</i>	35
2.4.5	Resistivitas Batuan Pada Data Magnetotellurik	37
2.5	Gelombang Elektromagnetik.....	38
2.6	Pemodelan Inversi 2-D Magnetotellurik	39
2.5	Litologi Daerah Sekitar	40
BAB III METODE PENELITIAN		45
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	45
3.2	Lokasi Penelitian	46

3.3	Data Penelitian.....	47
3.3.1	Citra Landsat-9.....	47
3.3.2	Magnetotellurik	49
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	50
3.5	Pengolahan Data.....	51
3.5.1	Pengolahan <i>Land Surface Temperature</i>	51
3.5.1.1	Data <i>Land Surface Temperature</i>	53
3.5.1.2	Pemotongan (<i>Cropping</i>) Citra Landsat 9	55
3.5.1.3	Perhitungan Data Citra Landsat 9	56
3.5.1.4	Perhitungan <i>Land Surface Temperature (LST)</i>	62
3.5.1.5	Penentuan Anomali <i>Land Surface Temperature</i>	64
3.5.2	Pengolahan Data Magnetotellurik	67
3.5.2.1	Data Magnetotellurik.....	68
3.5.2.2	<i>Fourier Transform (FFT)</i>	69
3.5.2.5	Pemodelan Inversi Menggunakan <i>software</i> WinGlink	76
3.5.2.6	Interpretasi Penampang Resistivitas 2-D	81
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		82
4.1	Hasil Citra Landsat 9	82
4.1.1	<i>Land Surface Temperature (LST)</i>	82
4.1.2	Pendugaan Daerah Panas Bumi	90
4.2	Hasil Data Magnetotellurik	93
4.2.1	Penampang Resistivitas Dua Dimensi Magnetotellurik	95
4.2.2	Interpretasi Penampang Resistivitas Dua Dimensi Magnetotellurik	98
BAB V KESIMPULAN		104
5.1	Kesimpulan.....	104
5.2	Rekomendasi	105

DAFTAR PUSTAKA.....	106
LAMPIRAN	115
BIOGRAFI PENULIS.....	162

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Conceptual Model Panas Bumi (Cumming dan Mackie 2010).....	7
Gambar 2. 2 Polarisasi E dan Polarisasi H dalam Magnetotellurik 2-D (Modifikasi dari Simpson & Bahr, 2005)	35
Gambar 2. 3 Nilai Rentang Resistivitas Batuan (Modifikasi dari Palacky, 1987b)	37
Gambar 2. 4 Gelombang Elektromagnetik (Modifikasi dari Mandiri, 2022)	38
Gambar 2. 5 Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Modifikasi dari Mandiri, 2022)	39
Gambar 2. 6 Model Awal Data Magnetotellurik (Modifikasi dari Budiraharjo et al., 2017)	40
Gambar 2. 7 Model Inversi Data Magnetotellurik (Modifikasi dari Budiraharjo et al., 2017)	40
Gambar 2. 8 Karakteristik Geologi Lembar, NTT (Modifikasi dari ESDM, 2025)	42
Gambar 2. 9 Peta Geologi Daerah Panas Bumi Pantar Hasil Tim Survei Kelompok Penyelidikan Panas Bumi (PSDG) (Modifikasi dari Nurhadi & Kusnadi, 2015)..	43
Gambar 3. 1 Peta Pulau Pantar Bagian Selatan.....	46
Gambar 3. 2 Peta Daerah Penelitian	47
Gambar 3. 3 Pemilihan Data Citra Landsat 9	48
Gambar 3. 4 Data Set Landsat-9 Pada 3 September 2024	49
Gambar 3. 5 Peta Sebaran Titik Ukur Magnetotellurik (MT).....	50
Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian	51
Gambar 3. 7 Folder Hasil Unduh Data Citra Landsat 9.....	54
Gambar 3. 8 Citra Band Red	54
Gambar 3. 9 Citra Band Near Infrared (NIR)	55
Gambar 3. 10 Citra Band Thermal Infrared (TIR).....	55
Gambar 3. 11 Input Parameter dan Citra Sebelum Cropping	56
Gambar 3. 12 Citra Setelah dilakukan Cropping	56
Gambar 3. 13 Menu Geoprocessing (Raster Calculator) dan Citra Sebelum Perhitungan NDVI	57
Gambar 3. 14 Input Parameter Perhitungan Pada Raster Calculator Menggunakan	

Persamaan (2.1).....	57
Gambar 3. 15 Citra Setelah Perhitungan NDVI.....	58
Gambar 3. 16 Parameter Input Pada Perhitungan TOA Menggunakan Persamaan (2.2)	58
Gambar 3. 17 Citra Setelah Perhitungan TOA.....	59
Gambar 3. 18 Parameter Input Pada Perhitungan PV Menggunakan Persamaan (2.3)	60
Gambar 3. 19 Citra Setelah Perhitungan PV.....	60
Gambar 3. 20 Parameter Input Pada Perhitungan Emisivitas Menggunakan Persamaan (2.4).....	61
Gambar 3. 21 Citra Setelah Perhitungan Emisivitas.....	61
Gambar 3. 22 Parameter Input Pada Perhitungan Brightness Temperature Menggunakan Persamaan (2.5).....	62
Gambar 3. 23 Citra Setelah Perhitungan Emisivitas.....	62
Gambar 3. 24 Parameter Input Pada Perhitungan LST Menggunakan Persamaan (2.6)	63
Gambar 3. 25 Citra Setelah Perhitungan Land Surface Temperature (LST)	64
Gambar 3. 26 Pemilihan Metode Classify	65
Gambar 3. 27 Pemilihan Metode Quantile.....	66
Gambar 3. 28 Pemilihan Jumlah Kelas	66
Gambar 3. 29 Hasil Citra Setelah Dilakukan Pemilihan Metode Quantile.....	67
Gambar 3. 30 Contoh Rekaman Data Mentah (Time Series) hasil perekaman selama 10 menit.....	69
Gambar 3. 31 Proses Konversi Domain Waktu ke Domain Frekuensi Pada Software SSMT2000	70
Gambar 3. 32 Spektra Frekuensi Hasil Proses Transformasi Fourier.....	71
Gambar 3. 33 Menu "Proses" dan Robust Processing	72
Gambar 3. 34 Proses Pembacaan File *MTH dan *MTL	74
Gambar 3. 35 Contoh Kurva Sebelum di Seleksi <i>Crosspower</i>	74
Gambar 3. 36 Contoh Kurva Setelah di <i>Crosspower</i>	75
Gambar 3. 37 Kurva Resistivitas Terhadap Frekuensi dan Phase terhadap Frekuensi Sebelum Proses Smoothing pada Software WinGlink.....	76

Gambar 3. 38 Kurva Resistivitas Terhadap Frekuensi dan Phase terhadap Frekuensi Setelah Proses Smoothing pada Software WinGlink	76
Gambar 3. 39 Proses Input Koordinat, dan Nilai Elevasi	77
Gambar 3. 40 Hasil Input Koordinat, dan Nilai Elevasi	77
Gambar 3. 41 Kurva Sounding Software WinGlink Terhadap Model 1D Titik Pengukuran MTPS-10.....	78
Gambar 3. 42 Model Penampang Inversi 1D.....	78
Gambar 3. 43 Model Inversi Satu Dimensi dengan Interpolasi Setiap Titik Pengukuran.....	79
Gambar 3. 44 Plotting Distribusi Titik Sounding	80
Gambar 3. 45 Model Awal Lintasan 1 dengan Sistem Meshgrid	80
Gambar 3. 46 Penampang Resistivitas 2-D Hasil Inversi Data Magnetotellurik Pada Lintasan 1	81
Gambar 4. 1 Peta Sebaran Suhu Permukaan (LST)	83
Gambar 4. 2 Peta Anomali Suhu Permukaan Diduga Daerah Potensi Panas Bumi	84
Gambar 4. 3 Peta Tutupan Lahan.....	86
Gambar 4. 4 Peta Kemiringan Lereng.....	87
Gambar 4. 5 Peta Arah Kemiringan Lereng.....	88
Gambar 4. 6 Peta Area Dugaan Panas Bumi Pantar, Kab. Alor, Nusa Tenggara Timur.....	92
Gambar 4. 7 Ilustrasi Layout Pengukuran Magnetotellurik.....	93
Gambar 4. 8 Peralatan Magnetotellurik	94
Gambar 4. 9 Peta Lintasan Pengukuran Magnetotellurik (MT).....	94
Gambar 4. 10 Penampang Resistivitas Dua Dimensi Magnetotellurik (MT) Lintasan 1.....	96
Gambar 4. 11 Penampang Resistivitas Dua Dimensi Magnetotellurik (MT) Lintasan 2.....	96
Gambar 4. 12 Penampang Resistivitas Dua Dimensi Magnetotellurik (MT) Lintasan 3.....	97
Gambar 4. 13 Interpretasi Penampang Resistivitas Dua Dimensi Magnetotellurik (MT) Lintasan 1	99

Gambar 4. 14 Interpretasi Penampang Resistivitas Dua Dimensi Magnetotellurik (MT) Lintasan 2	101
Gambar 4. 15 Interpretasi Penampang Resistivitas Dua Dimensi Magnetotellurik (MT) Lintasan 3	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi NDVI (Ramadhan & Saputra, 2021)	11
Tabel 2. 2 Manifestasi Sekitar (Modifikasi dari Nurhadi & Kusnadi, 2015).....	44
Tabel 3. 1 Karakteristik Band Citra Satelit Landsat 8 (Modifikasi dari NASA, 2013)	9
Tabel 3. 2 Koordinat Titik Pengukuran Magnetotellurik.....	49
Tabel 3. 3 Agenda Penelitian	115

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Agenda Penelitian.....	115
Lampiran 2. Proses Pengolahan Data Citra Landsat 9.....	116
Lampiran 3. Metadata Citra Landsat 9 (3 September 2024).....	128
Lampiran 4. Proses Pengolahan Data Magnetotellurik.....	138
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan	160

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S., Setyawan, A., Yulianto, T., Christiano Baroek, M., & Irvan Ramadhan, dan. (2020). Analisis Dimensionalitas Data Magnetotelurik Lapangan Panas Bumi “SA” Berdasarlan Metode Tensor Fase. *Berkala Fisika*, 23(2), 49–55.
- Alhamri, R. Z., & Dianta, A. F. (2017). Model Simulasi Sistem Dinamik Estimasi Potensi Energi Panas Bumi Metode Volumetrik Studi Kasus Gunung X. *Jurnal Informatika Dan Multimedia*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.33795/jim.v9i1.1132>
- Alhamri, R. Z., & Suryani, E. (2016). Kajian Potensi Energi Panas Bumi Sebagai Alternatif Pembangkit Energi Listrik Terbaru: Sebuah Framework Sistem Dinamik. In *Sisfo* (Vol. 05, Issue 05, pp. 542–554). <https://doi.org/10.24089/j.sisfo.2016.03.006>
- Ambarwati, J., Hanafi, I., & Kusmita Jurusan Fisika, T. (2023). *Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Mengidentifikasi Land Surface Temperature (Lst) Prospek Panas Bumi Desa Keretak*. 158–162.
- Andini, D., Lepong, P., & Natalisanto, A. I. (2020). Identifikasi Kawasan Zona Panas Bumi (Geothermal) Di Daerah X Menggunakan Metode Magnetotellurik 1*. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 3(1), 1–8.
- Arafat, R. (2019). *Model Konseptual Sistem Panasbumi Non-Vulkanik Di Lapangan “Tersier”, Sulawesi Barat, Menggunakan Metode Magnetotellurik*. July 2019. <http://eprints.upnyk.ac.id/19716/%0Ahttp://eprints.upnyk.ac.id/19716/4/5>.
DAFTAR ISI.pdf
- Arifin, E. T. N. (2022). Deteksi Manifestasi Panas Bumi Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus Kawasan Gunung Patuha). *JURNAL SWARNABHUMI : Jurnal Geografi Dan Pembelajaran Geografi*, 7(2), 159–168. <https://doi.org/10.31851/swarnabhumi.v7i2.7392>
- Augusty, D. G., Bagaskara, M. F., & Oktaviani, A. D. (2023). Analisis Potensi Panas Bumi Pada Daerah G. Karang, Banten, Menggunakan Metode

- Penginderaan Jauh. *JURNAL TEKNIK GEOLOGI : Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 5(2), 15. <https://doi.org/10.30872/jtgeo.v5i2.5455>
- Awaludin, W., Hutabarat, J., Syafri, I., & Sugianto, A. (2017). Survei magnetotelurik daerah panas bumi maranda, kabupaten poso, provinsi sulawesi tengah. *Bulletin of Scientific Contribution Geology*, 15, 203–210.
- Budiraharjo, S., Utama, W., Warnana, D. D., & Darmawan, A. (2017). Analisis Inversi 2D Metode Occam Untuk Memodelkan Resistivitas Bawah Permukaan Data Magnetotellurik. *Jurnal Geosaintek*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.12962/j25023659.v3i1.2950>
- Bunga Fathya, A., Nugraha, H., Gusti Ranti, A., & Wahyuningsih, R. (2023). Analisis Anomali Land Surface Temperature Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Untuk Identifikasi Prospek Panas Bumi Gunung Sirung Di Kabupaten Alor, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 18(1), 37–54. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v18i1.367>
- Chave, A. D., & Jones, A. G. (2012). The magnetotelluric method: Theory and practice. In *The Magnetotelluric Method: Theory and Practice*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139020138>
- Chimeddorj, B., Munkhbat, D., Altanbaatar, B., Dolgorjav, O., & Oyuntsetseg, B. (2021). Hydrogeochemical characteristics and geothermometry of hot springs in the Altai region, Mongolia. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 21(4). <https://doi.org/10.1144/geochem2021-016>
- Clarissa, G. D., Bujung, C. A. N., & Silangen, P. M. (2020). Identifikasi Daerah Prospek Panas Bumi Berdasarkan Sebaran Temperatur Dan Stress Vegetasi Menggunakan Citra Landsat 8 Di Daerah Gunung Tampusu. *Jurnal FisTa : Fisika Dan Terapannya*, 1(2), 88–96. <https://doi.org/10.53682/fista.v1i2.96>
- Desifatma, E., Djaja, I. G. P. F. S., Pratomo, P. M., Supriyadi, Mustopa, E. J., Evita, M., Djamal, M., & Srigutomo, W. (2024). Robust inversion of 1D magnetotelluric data using the Huber loss function. *Computational Geosciences*, 28(4), 629–643. <https://doi.org/10.1007/s10596-024-10286-x>

- Dickson, M. H., & Fanelli, M. (2013). Geothermal energy: Utilization and technology. *Geothermal Energy: Utilization and Technology*, 9781315065, 1–206. <https://doi.org/10.4324/9781315065786>
- Edwards, C. et al. (1983). Handbook of Geothermal Energy. In *Journal of Volcanology and Geothermal Research* (Vol. 19, Issues 1–2, pp. 186–187). [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(83\)90134-8](https://doi.org/10.1016/0377-0273(83)90134-8)
- ESDM, K. E. dan S. D. M. (2025). *Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral*. <https://www.esdm.go.id/>
- Faridah, N. S. A., & Krisbiantoro, A. (2014). Analisis distribusi temperatur permukaan tanah wilayah potensi panas bumi menggunakan teknik penginderaan jauh di Gunung Lamongan, Tiris- Probolinggo, Jawa Timur. *Berkala Fisika*, 17(2), 67–72.
- Fildzah Hakim, A., Krismadiana, Sholihah, F., & Artikel, I. (2022). Indonesian Journal of Conservation. *Indonesian Journal of Conservation*, 2(11), 71–77. <https://doi.org/10.15294/ijc.v11i2.40599>
- Flovenz, O. G., Spangenberg, E., Kulenkampff, J., Arnason, K., Karlsdottir, R., & Huenges, E. (2005). The Role of Electrical Interface Conduction in Geothermal Exploration. *World Geothermal Congress 2005, April*, 24–29.
- Gemitzi, A., Dalampakis, P., & Falalakis, G. (2021). Detecting geothermal anomalies using Landsat 8 thermal infrared remotely sensed data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 96, 102283. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102283>
- Gorr, W. L., & Kurland, K. S. (2020). GIS tutorial For ArcGIS Desktop 10.8. *ESRI Press*.
- Grandis, H. (2009). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika* (Issue 80).
- Gupta, A. R., Roy, N. K., & Parida, S. K. (2022). Preface. In H. Gupta & S. Roy (Eds.), *Lecture Notes in Electrical Engineering* (Vol. 817, pp. ix–x). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-044452875-9/50000-9>

- Gusnia, E., Kusmita, T., & Indriawati, A. (2022). Analisis Anomali Gravity Daerah Panas Bumi Non-Vulkanik Di Bangka Tengah (Studi Kasus Panas Bumi Terak dan Keretak). *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.33019/jrfi.v2i2.3233>
- Hadi, M. N., & Kusnadi, D. (2016). *Survei Geologi dan Geokimia Daerah Panas Bumi Pulau Pantar, Kabupaten Alor, Nusa Tenggara Timur*. 15(2), 1–23.
- Haerudin, N., Pardede, V. J., & Rasimeng, S. (2009). Analisis Reservoir Daerah Potensi Panasbumi Gunung Rajabasa Kalianda dengan Metode Tahanan Jenis dan Geotermometer. *Jurnal ILMU DASAR*, 10(2), 141–146.
- Hardini, P., Zaenudin, A., & Handoyo, R. (2013). Penerapan Koreksi Statik Time Domain Elektromagnetik (TDEM) Pada Data Magnetotelurik (MT) Untuk Pemodelan Resistivitas Lapangan Panas Bumi “SS.” *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*.
- Hidayat, H., H. Setiawan, J. J., Ibrahim, A., Marjiyono, M., & Lucki Junursyah, G. . (2021). Studi Magnetotelurik (MT) untuk Mendelineasi Potensi Regional Gas Serpih Bawah Permukaan Berdasarkan Properti Tahanan Jenis di Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 22(2), 107–114. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v22i2.571>
- Jamili, S., Sudiarta, I. W., & Angraini, L. M. (2018). Analisis Anomali Suhu Permukaan Laut Dan Pengaruh Fenomena El-Nino Dan La-Nina Terhadap Perubahan Nilai Anomali Suhu Permukaan Laut Di Perairan Nusa Tenggara Barat Tahun 2008 - 2017. *Indonesian Physical Review*, 1(1), 17–31. <https://doi.org/10.29303/ipr.v1i1.14>
- Kadir, T. V. S. (2011). *Metode Magnetotelluric Untuk Eksplorasi Panas Bumi Daerah Lili, Sulawesi Barat Dengan Data Pendukung Metode Gravitasi*.
- Lestari, N. M. D. P., & Jusfarida. (2021). Pendugaan Manifestasi Panas Bumi Menggunakan Citra Landsat 8 Berdasarkan Analisis Kelurusan dan Suhu Permukaan Tanah (Studi Kasus: Arjuno-Welirang). In *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan* (Vol. 3, Issue 1, pp. 271–276).

- Luckytasari, N. P., Cancerio, C. R., & Fitri, W. N. (2019). Analisis Transverse Electric dan Transverse Magnetic pada Data Magnetotelurik Daerah Panas Bumi Arjuno-Welirang. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-12, Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada*, 295–312.
- Mahfud, A. N., Ubaidillah, M. N., & Nurfaizi, N. (2024). Kajian Awal Penentuan Area Prospek Panas Bumi Menggunakan Integrasi Citra Landsat 8 Oli/Tirs Dan Dem Srtm Pada Daerah Sumani, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatra Barat. *Journal of Geology Sriwijaya*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.62932/jgs.v3i1.2044>
- Mandiri. (2022). *Gelombang Elektromagnetik: Sifat, Spektrum, dan Contoh Penggunaannya*. Mandiriweb.Com. <https://mandiriweb.com/gelombang-elektromagnetik-spektrum/>
- Marry, R. T., Armawi, A., Hadna, A. H., & Pitoyo, A. J. (2017). Panas Bumi Sebagai Harta Karun Untuk Menuju Ketahanan Energi. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23(2), 217–237.
- Marudut Situmorang, R. (2021). *Fakta Geologis Menarik Gunung Sirung: Gunung Api paling Timur di NTT*. <https://kumparan.com/roni-marudut-s/fakta-geologis-menarik-gunung-sirung-gunung-api-paling-timur-di-ntt-1vnFVMiZ01a/3>
- Mather, P. M., & Koch, M. (2010). Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction, Fourth Edition. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction, Fourth Edition*, 4. <https://doi.org/10.1002/9780470666517>
- Muhammad, A. K., & Adhitia, I. (2021). Studi Potensi Panas Bumi Di Wilayah Kabupaten Bogor Ditinjau Dari Geologi Dan Geokimia. *Jurnal Teknik | Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*, 22(1), 27–37. <https://doi.org/10.33751/teknik.v22i1.3733>
- Muslim, S. (Universitas S. (2020). *Analisis Anomali Suhu Dan Kerapatan Vegetasi Berdasarkan Citra Satelit Landsat 8 Untuk Pemetaan Potensi Panas Bumi Di*

Wilayah Kerja Panas Bumi Rantau Dedap Provinsi Sumatera Selatan (Issue July).

- Nirmala Dewi, C., Maryanto, S., & Rachmansyah, A. (2015). Blawan Geothermal System, East Java Based on Magnetotelluric Survey. *Riset Geologi Dan Pertambangan-Geology and Mining Research*, 25(2), 111–119. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2015.v25>.
- Nurhadi, M., & Kusnadi, D. (2015). Survei Geologi Dan Geokimia Daerah Panas Bumi Pantar Kabupaten Alor, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Prosiding Hasil Kegiatan Lapangan Pusat Sumber Daya Geologi Tahun Anggaran 2015*.
- Palacky, G. J. (1987a). Clay mapping using electromagnetic methods. *First Break*, 5(8). <https://doi.org/10.3997/1365-2397.1987015>
- Palacky, G. J. (1987b). Clay mapping using electromagnetic methods. *First Break*, 5(8). <https://doi.org/10.3997/1365-2397.1987015>
- Pellerin, L. (2002). Applications of electrical and electromagnetic methods for environmental and geotechnical investigations. *Surveys in Geophysics*, 23(2–3), 101–132. <https://doi.org/10.1023/A:1015044200567>
- Permana, L. A., Nugraha, H. S., & Sukaesih. (2021). Analisis Citra Satelit Landsat 8 Dan Demnas Untuk Identifikasi Prospek Panas Bumi Di Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 16(3), 166–184. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v16i3.322>
- Pinaesaan, D., & Minahasa, K. (2022). *Analisis Tipe Fluida Mata Air Panas berdasarkan Diagram Cl-SO 4 -*. 3(2), 55–61.
- Polii, J., & Rampengan, A. M. (2020). Analisa Geokimia Fluida Manifestasi Permukaan di Daerah Panas Bumi Lahendong. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(1), 45. <https://doi.org/10.37033/fjc.v5i1.148>
- Primastika, A. A., Fadrian, D. F., Zani, F. R., & Permana, N. R. (2023). Identification of Mount Sirung Geothermal Potential based on Land Surface Temperature and 3D Gravity Model. *Jurnal Gecelebes*, 7(2), 117–129.

<https://doi.org/10.20956/geocelebes.v7i2.23759>

- Purwasatriya, E. B., Gibran, A. K., Rizki Aditama, M., & Waluyu, G. (2021). Sedimentologi dan Tektonostratigrafi Formasi Halang di Cekungan Banyumas serta Potensinya untuk Reservoir Hidrokarbon. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 22(3), 153–163. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v22i3.640>
- Puspita, E. S., & Yulianti, L. (2016). Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy. *Jurnal Media Infotama*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.267>
- Qahhar, M. R. A., Daud, Y., Pratama, S. A., Zarkasyi, A., Sugiyanto, A., & Suhanto, E. (2015). *Modeling of Geothermal Reservoir in Lawu field Using 2-D Inversion of Magnetotelluric Data. Gambar 1*, 1–5.
- Rahadinata, T., Takodama, I., & Zarkasyi, A. (2019). Penerapan Koreksi Topografi Pada Data Magnetotelurik Dan Analisis Data Gaya Berat Dalam Interpretasi Daerah Panas Bumi Pantar, Kabupaten Alor, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 14(3), 156–168. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v14i3.290>
- Raharja, B. (2023). Pemetaan Litologi Menggunakan Data Citra Multispektral Perbandingan antara Citra ASTER, Landsat 8 dan Sentinel-2. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 24(4), 181–194. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v24i4.797>
- Rahmawati, L. (2023). *Magnetotelurik Dan Geokimia Di Daerah Prospek PanasBumi Waesang, Nusa Tenggara*.
- Ramadhan, R. F., & Saputra, R. A. (2021). Identifikasi Area Prospek Panas Bumi Menggunakan Integrasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS dan DEM : Studi Kasus Batu Bini, Kalimantan Selatan. *Majalah Ilmiah Swara Patra*, 11(2), 37–50. <https://doi.org/10.37525/sp/2021-2/294>
- Richards, J. (1990). Introduction to the physics and techniques of remote sensing. *Earth-Science Reviews*, 27(4), 391–392. <https://doi.org/10.1016/0012->

8252(90)90074-6

- Romanov, D., & Leiss, B. (2022). Geothermal energy at different depths for district heating and cooling of existing and future building stock. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167(March), 112727. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112727>
- Sagita, A. R., Margaliu, A. S. C., Rizal, F., & Mazzaluna, H. P. (2022). Analisis Korelasi Suhu Permukaan, NDVI, Elevasi dan Pola Perubahan Suhu Daerah Panas Bumi Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 3(1), 43–51. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i1.72>
- Saipudin, K., & Fitri, N. (2022). Prototipe Pembangkit Listrik Medan Magnet Elektris. *Jurnal Tekno*, 19(2), 49–58. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v19i2.2042>
- Saptadji, N. M. (2009). Karakterisasi Reservoir Panas Bumi. *Bandung: Institut Teknologi Bandung*, Juli, 6–17.
- Sentosa, R. A., Haryanto, N. S. A. D., & Gentana, D. (2018). Land Surface Temperature pada Manifestasi Permukaan Panasbumi: Studi Kasus Gunung Tangkuban Parahu, Jawa Barat. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 2(5), 376–386. <http://journal.unpad.ac.id/geoscience/article/download/19478/9030>
- Simpson, F., & Bahr, K. (2005). Practical magnetotellurics. *Practical Magnetotellurics*, 9780521817(July), 1–254. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511614095>
- Sugiyono. (2014). *Metode penelitian bisnis: pendekatan kuantitatif, kualitatif, kombinasi, dan R&D*.
- Suryadi, Haerudin, N., Karyanto, & Sudrajat, Y. (2018). IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN LAPANGAN PANAS BUMI WAY RATAI BERDASARKAN DATA AUDIO MAGNETOTELLURIC (AMT). *Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 3/No. 1*.

- Swamardika, I. B. A. (2009). Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia. *Teknologi Elektro*, 8(1), 106–109.
- Syawalina, R. K., Ratihmanjari, F., & Saputra, R. A. (2022). Identification of The Relationship Between LST And NDVI On Geothermal Manifestations In A Preliminary Study Of Geothermal Exploration Using Landsat 8 OLI/TIRS Imagery Data Capabilities: Case Study Of Toro, Central Sulawesi. *PROCEEDINGS, 47th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, 1–8.
- Takodama, I., Zarkasyi, A., Hadi, M. N., & Dewi, R. (2018). Identifikasi Sistem Panas Bumi Daerah Wapsalit Berdasarkan Struktur Tahanan Jenis Data Magnetotellurik. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 13(3), 140–154. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v13i3.228>
- Umbara, I. G. A. H. J., Utami, P., & Raharjo, I. B. (2014). Penerapan Metode Magnetotellurik daam Penyelidikan Sistem Panas Bumi. *Proceeding Seminar Nasional Kebumian Ke-7*, 30–31.
- USGS. (2025). *Earth Explorer*. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Ussher, G., Harvey, C., Johnstone, R., Anderson, E., & Zealand, N. (2000). Understanding the resistivities observed in geothermal systems. *Proceedings World Geothermal Congress*, 1915–1920.
- Waruwu, M. (2023). Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method). *Jurnal Pendidikan Tambusai* , 7(1), 2896–2910.
- Webster, M. (2025). *Weather|Definition of Weather by Merriam-Webster*. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/weather>
- Yudistira, R., Meha, A. I., Yulianto, S., & Prasetyo, J. (2018). Perubahan konversi lahan menggunakan NDVI, EVI, SAVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus : Kota Salatiga). *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 2(1), 25–30.