

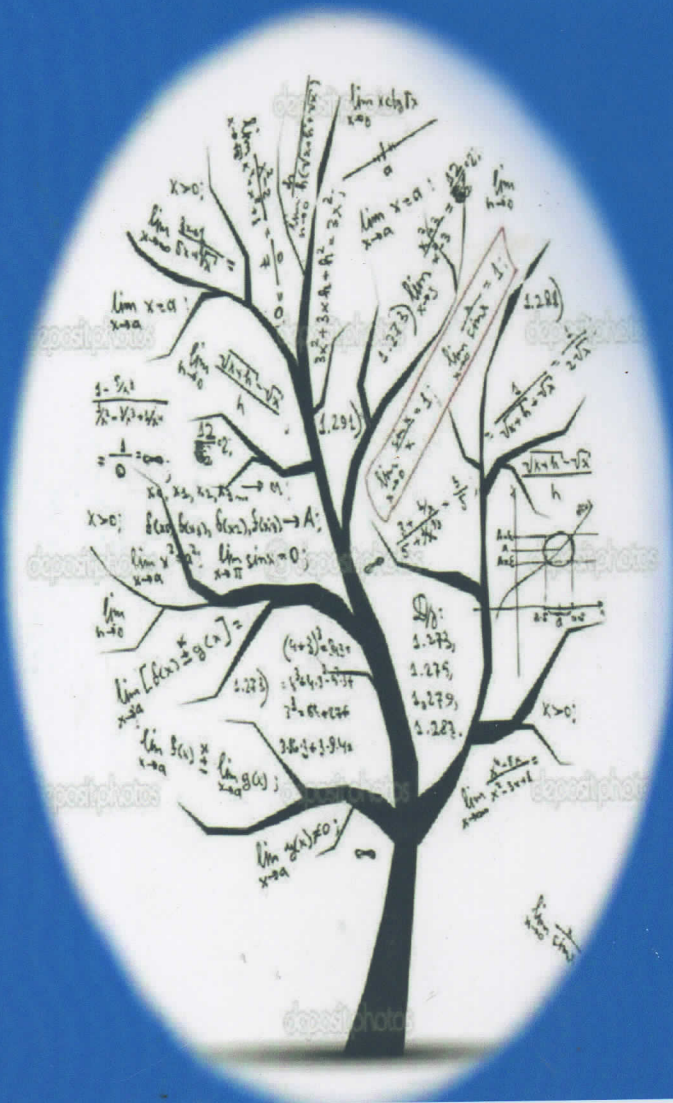
ISSN: 2337 – 327X (edisi cetak)  
ISSN : 2337-6139 (elektronik)



# JSME

**Jurnal Sains, Matematika & Edukasi**

Vol. 1 No. 5, Sep 2013



**Jurnal Sains, Matematika dan Edukasi**  
Jurnal MIPA

ISSN : 2337 – 327X (edisi cetak)

ISSN : 2337-6139 (elektronik)

Volume 1, Nomor 1, Januari 2013

**Susunan Tim Pengelola E-Jurnal**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**  
**Universitas Negeri Manado**

**PENGARAH:**

**Prof. Dr. Ph. E. A. Tuerah, M.Si., DEA. (Rektor)**  
**Prof. Dr. R. A. Mege, M.S. (PR VI)**

**PENANGGUNG JAWAB:**

**Dr. Cosmas Poluakan, M.Si. (Dekan)**  
**Dr. Rymond Rumampuk, M.Si (PD I)**  
**Dr. Mathilda Lasut, M.S (PD II)**  
**Prof. Dr.R.I.F. Gerungan, M.Si (PD III)**

**REDAKTUR**

**Dr. Tinny D. Kaunang, M.Si. (PD IV)**  
**Dr. Jovialine A. Rungkat, M.Si.**  
**Dr. Sukmarayu P. Gedoan, M.P.**  
**Dr. Mariana Rengkuan, M.Pd.**

**DEWAN PENYUNTING**

**Tinny D. Kaunang** (Biologi Laut), **Sukmarayu Gedoan** (Fisiologi Tumbuhan), **Jack Mamangkey** (Limnologi), **Rantje Lilly Worang** (Mikrobiologi.), **Revfly F. I. Gerungan** (Bioteknologi Tumbuhan), **R.A. Mege** (Reproduksi Hewan), **Arrijani** (Ekologi), **Suddin Simandjuntak** (Mikrobiologi), **Orbanus Naharia** (Ekologi), **A. Tuju** (Fisiologi Hewan), **H. D. Rompas** (SDAL), **H. J. Lawalata** (Mikrobiologi), **M. J. Rampengan** (Pendidikan Sains), **Rudi A. Repi** (Genetika), **E. S. N. Kaunang** (Penelitian dan Evaluasi Pendidikan), **F. M. Tumbel** (Pendidikan Biologi), **G.M.C.Lasut** (Manajemen Lingkungan), **M. Sasinggala** (Pendidikan Biologi), **H. M. Sumampouw** (Pendidikan Biologi), **M. Wurarah** (Evaluasi Pendidikan), **J.A. Rungkat** (Pendidikan Biologi), **F. Kawuwung** (Pendidikan Biologi), **Z. W. M. Warouw** (Pendidikan Biologi), **M. Rengkuan** (Pendidikan Biologi), **A. A. Maramis** (Pendidikan Biologi), **T. P. Palapa** (Pendidikan Biologi), **C. Poluakan** (Evaluasi Pendidikan, Manado, Indonesia), **H. Taunaumang** (Fisika Meterial), **F. Dungus** (Evaluasi Pendidikan), **A. Mandolang** (Evaluasi Pendidikan), **M. Tendean** (SDAL), **T. K. Londa** (Ilmu Lingkungan), **R. Palilingan** (Ergonomi), **C. Bujung** (Geologi), **Marianus** (SDAL), **Komansilan** (SDAL), **Ch. Medelu** (SDAL), **Dj. Tulandi** (SDAL), **W.A.R. Rombang** (Kimia Organik), **H.H. Langkudi** (Evaluasi Pendidikan), **I.R.S. Santoso** (Ekotoksikologi Lingkungan), **I.D.K. Anom** (Kimia Fisik), **S. Gugule** (Kimia Organik), **R.J. Rumampuk** (Kimia Organik), **A. Kapahang** (Biokimia), **E.J. Pongoh** (Kimia Organik), **M.J. Rampe** (Kimia Fisik), **J.H. Lolombulan** (Statistika), **Ph.E.A. Tuerah** (Matematika), **S.M. Salajang** (Pendidikan Matematika), **I. Domu** (Evaluasi Pendidikan), **J.V.A. Tambelu** (Evaluasi Pendidikan), **A.L.F. Tilaar** (Evaluasi Pendidikan), **J.R. Wenas** (Evaluasi Pendidikan), **Telly Lasut** (Sumber Daya Manusia), **C. Bujung** (Geologi), **D. R. Wenas** (Geothermal), **Marianus** (SDAL).

**DESAIN GRAFIS/FOTOGRAFIR:**

**Dr. Herdy Liou, M.Eng, Drs. Denny Maukar, M.Eng**

**SEKRETARIAT:**

Dr. Femmy Kawuwung, MS, Dr. Helen J. Lawalata, M.Si, Utari Satiman, SP., M.Si, Ir. Marthy Taulu, M.Si, Dr. Alfonds A. Maramis, S.Si.,M.Si Dr. Zusje Warouw, M.Pd, Wisye Nangoy, S.Th, M.Teol, Dr. Ferdy Dungus, M.Si, Dr. Max Tendean, M.Si, Dr. Marthen Kumayas, M.Si, Dr. Cyrke Buyung, M.Si, Drs. Fr. Waworuntu, M.Pd, Dra. A.E. Karundeng, M.Si, Jenny Kumajas, S.Pi, M.Si, Dian O. Howan, S.Si., M.Phil, Abdon Saiya, S.Si., M.Si, James Mangobi, S.Pd.,M.Si, Drs.Yorry Monoarfa, MS Dra. V.E. Regar, M.Si, Yermia S. Mokusuli, S.Si.,M.Si

**TIM LITERASI KARYA ILMIAH:**

**Dr. H. Langkudi, M.Pd**  
**Dra. J. Tumangkeng, M.Si**  
**Verawati. I. Y. Roring, S.IK.,M.Sc**

**DITERBITKAN OLEH:**

**FMIPA UNIMA**  
**ALAMAT REDAKSI:**  
**Kampus Universitas Negeri Manado**  
**E-mail : [jsme\\_mipa@gmail.com](mailto:jsme_mipa@gmail.com)**

JSME, merupakan media informasi ilmiah berupa hasil penelitian di bidang MIPA yang meliputi ilmu pengetahuan dan teknologi serta rekayasa di bidang Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, terbit sejak Januari 2013.

## **Identifikasi Karakteristik Pantulan Spektral Wilayah Potensi Panas Bumi Berdasarkan Analisa Citra Digital Landsat TM**

Yanti Ch. Sualang<sup>1,\*</sup>, Ch. S. Medellu<sup>1</sup> dan C. A. N. Bujung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Manado, Kampus UNIMA Tondano

\*Untuk korespondensi penulis melalui email: scindyanti@yahoo.com

### **Abstrak**

Energi panas bumi adalah jenis energi terbarukan dan Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki potensi panas bumi besar di dunia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pantulan spektral dari wilayah potensi panas bumi dan mengetahui saluran spektral terbaik untuk pengenalan wilayah potensi panas bumi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penginderaan jauh digital. Metode penginderaan jauh dalam hal ini dipakai untuk menganalisa karakteristik pantulan spektral permukaan tanah guna mengidentifikasi prospek panas bumi di daerah panas bumi. Analisis pantulan spektral dalam penelitian menggunakan data citra satelit Landsat TM yang mengamati level energi cahaya tampak dan inframerah. Sampel penelitian dilakukan pada delapan lokasi yang berbeda, dari delapan sampel daerah yang diambil empat daerah menunjukkan daerah dengan manifestasi panas bumi dengan pantulan spektral permukaan yang tinggi pada panjang gelombang tertentu dibandingkan empat sampel yang lainnya. Perbedaan persentase pantulan tiap daerah sampel menunjukkan ada atau tidaknya potensi panas bumi pada lokasi penelitian.

Kata kunci: penginderaan jauh, panas bumi, satelit landsat TM, pantulan spektral.

### **Abstract**

Geothermal energy is a renewable energy types and Indonesia is one country that has a large geothermal potential in the world. This study aims to determine the spectral reflectance characteristics of the geothermal potential area and determine the best spectral lines to introduction of the geothermal potential area. The method used in this research is the digital remote sensing methods. Remote sensing methods used in this case to analyze the spectral reflectance characteristics of the soil surface in order to identify geothermal prospects in geothermal areas. Spectral reflectance analysis in research using Landsat TM satellite image data that observed levels of visible light and infrared energy. Sample study conducted at eight different locations, from eight samples taken four regional areas indicate regions with geothermal manifestations with high surface spectral reflectance at certain wavelengths than the other four samples. Difference in the percentage of each sample area shows the reflection of the presence or absence of geothermal potential in the study site.

Keywords: remote sensing, geothermal, satellite landsat TM, spectral reflectance.

## PENDAHULUAN

Indonesia secara geologi terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama yaitu: Lempeng Eropa-Asia, India-Australia dan Pasifik yang berperan dalam proses pembentukan gunung api di Indonesia. Kondisi geologi ini memberikan kontribusi nyata akan ketersediaan energi panas bumi di Indonesia. Mengingat kondisi wilayah Indonesia yang luas dan besar dengan potensi panas bumi yang tersebar di berbagai tempat berbeda di seluruh Indonesia, maka dicarilah metode yang dapat memudahkan menganalisa daerah potensi panas bumi. Metode penginderaan jauh merupakan salah satu metode yang tepat digunakan sebagai tahapan awal untuk mengetahui daerah potensi panas bumi, tidak hanya pada wilayah Indonesia tapi juga seluruh dunia. Prinsip dari penginderaan jauh adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mempelajari suatu objek tanpa kontak langsung dengan objek penelitian.

Hal ini memungkinkan untuk mengidentifikasi potensi panas bumi melalui karakteristik spektrum elektromagnetik dari permukaannya. Daerah potensi sumber daya panas bumi di Indonesia umumnya berada di kawasan hutan lindung, hutan konservasi dan cagar alam dengan permukaan area sebagian besar vegetasi. Oleh karena itu anomali vegetasi pada area panas bumi perlu dikaji sebagai indikator adanya sumberdaya panas bumi di area tersebut. Indikator permukaan area panas bumi adalah mineral permukaan, alterasi hidrotermal, vegetasi dan anomali termal. Citra penginderaan jauh dapat memberikan kontribusi yang signifikan, yang perlu dipertimbangkan penggunaannya dan akan dibuktikan keunggulannya khususnya untuk analisis sumberdaya panas bumi berdasarkan karakteristik spektral permukaan area. Penginderaan jauh mengalami perkembangan yang pesat didukung

dengan teknologi dan perangkat lunak sebagai pendukungnya dan mempermudah perolehan data, maka metode ini baik digunakan untuk mengeksplorasi potensi panas bumi.

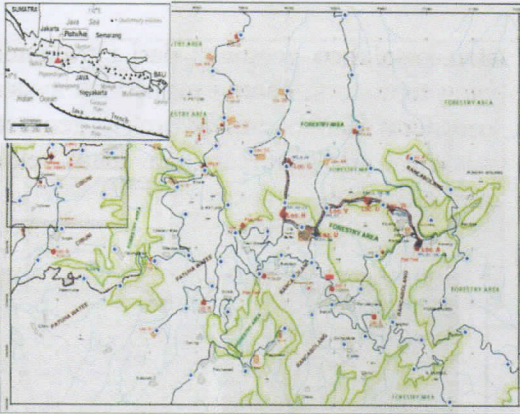
Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra Landsat 7 dengan sensor TM (*Thematic Mapper*) yang mengamati level energi band 1,2,3,4,5 dan 7. Landsat TM mempunyai kelebihan baik dari segi resolusi spasial maupun resolusi spektral, resolusi spasial 30 x 30 meter dan resolusi spektral sebanyak 7 band. Kepekaan radiometrik citra Landsat TM dengan laju pengiriman data yang cepat dan fokus penginderaan informasi yang berkaitan dengan vegetasi (Lo, 2002). Software yang digunakan dalam software ILWIS 3.5 memproses dan mempermudah data yang diteliti.

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini dibatasi pada karakteristik pantulan spektral wilayah panas bumi Patuha, Jawa Barat. Daerah penelitian merupakan daerah yang telah diketahui mempunyai potensi panas bumi dengan adanya penelitian 3G (Geologi, Geofisika dan Geokimia) terlebih dahulu. Data yang digunakan adalah data citra satelit Landsat TM yang khusus menggunakan level energi cahaya tampak dan inframerah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pantulan spektral dari permukaan wilayah panas bumi berdasarkan Landsat *Thematic Mapper* dan mengetahui saluran spektral terbaik untuk pengenalan wilayah potensi panas bumi.

## METODE PENELITIAN

Letak geografis lokasi penelitian berada pada koordinat  $7^{\circ}8'00''$ - $7^{\circ}12'00''$  LS dan  $107^{\circ}21'00''$ - $107^{\circ}27'00''$ , sekitar 45 km arah barat daya kota Bandung, Jawa Barat.

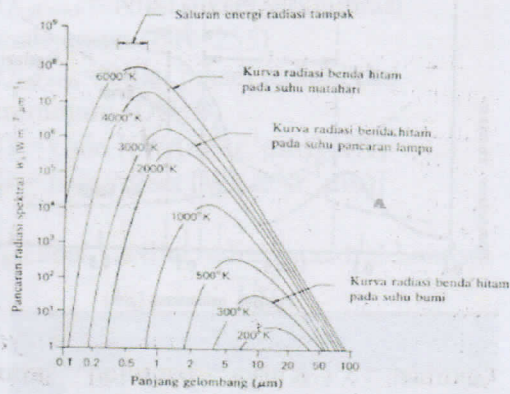


Gambar 1 Peta lokasi penelitian

Penelitian ini menggunakan 8 daerah sampel penelitian, masing-masing 4 sampel untuk daerah manifestasi panas bumi dan 4 sampel daerah non manifestasi. Penelitian berlangsung dari bulan Februari 2013 – April 2013 di laboratorium Fisika FMIPA-UNIMA.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penginderaan jauh digital. Penelitian ini merupakan penelitian daerah potensi panas bumi dengan menggunakan citra satelit Landsat TM yang mengamati level energi yang dipancarkan oleh permukaan bumi dalam rentang panjang gelombang  $0,45-1,75 \mu\text{m}$  dan  $2,08-2,35 \mu\text{m}$  khusus pada cahaya tampak dan inframerah. Pada level energi ini digunakan untuk mengetahui karakteristik pantulan spektral dari permukaan daerah potensi panas bumi.

Matahari merupakan sumber asal dari kebanyakan radiasi elektromagnetik yang digunakan dalam penginderaan jauh. Matahari memancarkan dengan cara yang sama seperti sebuah radiator benda hitam, pada suhu  $6000^\circ\text{K}$  (Gambar 2). Suhu permukaan bumi rata-rata (suhu permukaan obyek seperti tanah, air dan vegetasi) kurang lebih  $300^\circ\text{K}$  ( $27^\circ\text{C}$ ).

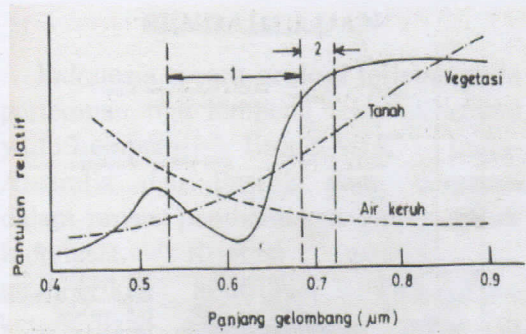


Gambar 2 Distribusi spektral tenaga yang dipancarkan dari benda hitam pada berbagai suhu adalah tenaga yang dipancarkan per satuan interval panjang gelombang. Jumlah tenaga pancaran ( $W$ ) digambarkan oleh luas di bawah kurva pancaran radiasi spectral.

(Lillesand, Kiefer and J.W. Chipman, 2004).

Sebagai perbandingan, matahari memiliki puncak pancaran radiasi jauh lebih tinggi yang terjadi pada kurang lebih  $0,5 \mu\text{m}$  seperti yang ditunjukkan pada di atas oleh karena itu pada saat matahari terlihat kita dapat mengamati kenampakan muka bumi dengan melalui pantulan tenaga matahari.

Setiap objek mempunyai karakteristik tersendiri dalam menyerap dan memantulkan tenaga yang diterima olehnya. Karakteristik ini disebut karakteristik spektral, pada umumnya digambarkan dengan kurva pantulan seperti tercantum pada gambar 3.



Gambar 3 Kurva pantulan umum vegetasi, tanah dan air (Sutanto,2004)

Dilihat pada kurva diatas 1 merupakan panjang gelombang dengan perbedaan minimal antara tiap kurva, sedangkan 2 merupakan panjang gelombang dengan beda maksimal antara tiap kurva, sehingga pada panjang gelombang ini pengenalan objeknya paling mudah.

Langkah pertama yang dilakukan adalah penentuan daerah studi penelitian, tahap selanjutnya adalah pemrosesan awal citra satelit yang meliputi : *import data citra*, koreksi radiometrik, *image enhancement*, selanjutnya dilakukan penyadapan informasi nilai DN (*Digital Number*) dari band 1,2,3,4,5 dan 7 untuk mendapatkan informasi nilai pantulan spektral permukaan.

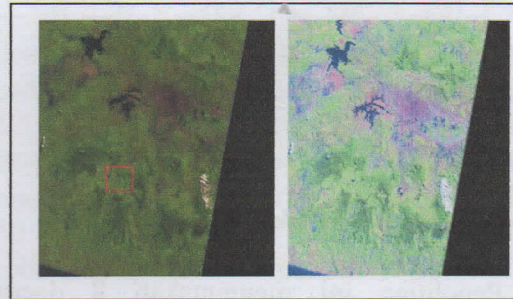
Konversi nilai digital data spektral pada cita menjadi nilai spektral reflektansi, terdiri dari konversi radiometrik dan konversi kenampakan pantulan dimana data citra telah dikoreksi radiometrik dan geometrik. Konversi radiometrik bertujuan untuk mengkalibrasi sensor sehingga akan terdapat hubungan linier antara angka kecerahan dengan nilai spektral radiasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil penelitian

Dari hasil proses analisis citra dasar, visualitas citra terlihat lebih baik walaupun tidak ada perbedaan yang mencolok antara cita sebelum dengan citra setelah dilakukan proses koreksi radiometrik. Untuk meminimalisasi error

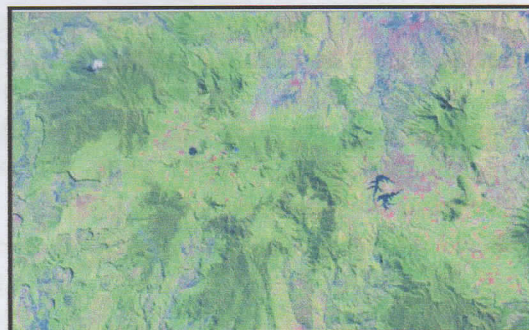
atau kesalahan geometri dari citra satelit yang terdistorsi karena perbedaan system koordinat dan datum. Koreksi geometri dilakukan dengan bantuan data vektor atau area studi.



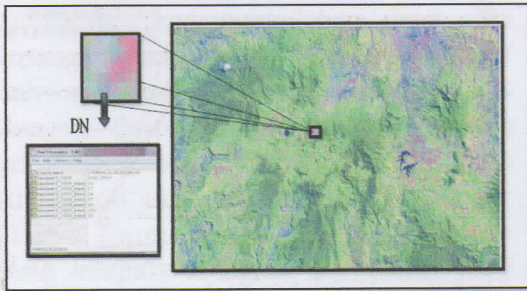
Gambar 4 Citra sebelum koreksi (kiri) dan sesudah koreksi radiometrik (kanan)

Klasifikasi sampel dibagi menjadi dua yaitu sampel daerah bermanifestasi dan non manifestasi dari 4 objek penelitian yaitu Kawah Putih, Kawah Ciwidey, Kawah Cibuni dan Kawah Tiis. Untuk menentukan titik sampel, ada beberapa hal yang telah dipertimbangkan diantaranya berdasarkan aspek geologi, tutupan lahan dan jenis tanah.

Penyadapan nilai DN (*Digital Number*) diambil dari citra yang telah terkoreksi baik radiometrik maupun geometrik, penyadapan nilai DN menggunakan software ILWIS 3,4. Untuk lebih memudahkan pengamatan lokasi dalam pengambilan nilai DN dibuat penajaman citra berupa citra komposit 542 yang digunakan sebagai tampilan.

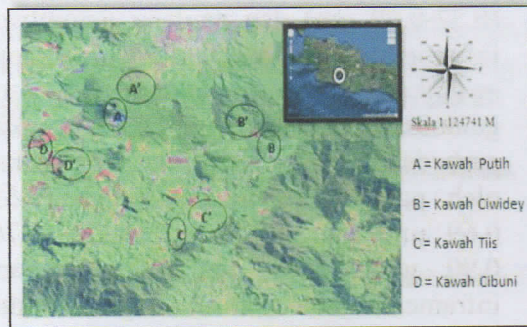


Gambar 5. Tampilan citra komposit 542



Gambar 6. Penyesuaian nilai DN

Beberapa lokasi dijadikan sampel penelitian pengambilan data DN untuk menentukan pantulan spektral permukaan wilayah manifestasi maupun non manifestasi.



Gambar 7. Daerah-daerah sampel DN (Digital Number)

Pengolahan DN ke radiasi spektral, hubungan dinyatakan dalam parameter rentang nilai angka pada citra, radiasi terendah dan radiasi tertinggi. Hubungan kecerahan dengan radiasi:

$$L_{\lambda} = \frac{L_{\max \lambda} - L_{\min \lambda}}{255} \times Q_{cal} + L_{\min \lambda}$$

karena  $Q_{cal_{max}} = 255$  dan  $Q_{cal_{min}} = 0$

juga dapat ditulis  $L_{\lambda} = G \times Q_{cal} + B$

$$G = \frac{L_{\max \lambda} - L_{\min \lambda}}{255}$$

karena

$$B = L_{\min \lambda}$$

dengan,

$L_{\lambda}$  = Radiansi spektral [ $W/(m^2 sr^{-1} \mu m)$ ]

$L_{\max \lambda}$  = Radiansi spektral yang diskalakan terhadap  $Q_{cal_{max}}$  [ $W/(m^2 sr^{-1} \mu m)$ ]

$L_{\min \lambda}$  = Radiansi spektral yang diskalakan terhadap  $Q_{cal_{min}}$  [ $W/(m^2 sr^{-1} \mu m)$ ]

$Q_{cal}$  = Nilai digital.

$Q_{cal_{max}}$  = Nilai piksel terkalibrasi maksimum (DN=255)

$Q_{cal_{min}}$  = Nilai piksel terkalibrasi minimum (DN=0)

G = Gain [ $(W/(m^2 sr^{-1} \mu m))/DN$ ]

B = Bias/offset [ $W/(m^2 sr^{-1} \mu m)$ ]

Tabel 1. Nilai radiasi spektral Landsat TM

Band	Panjang gelombang ( $\mu m$ )	Lmin	Lmax	G	B
1	0,45 - 0,52	-1,52	193,0	0,762824	-1,52
2	0,52 - 0,60	-2,84	365,0	1,442510	-2,84
3	0,63 - 0,69	-1,17	264,0	1,039880	-1,17
4	0,76 - 0,90	-1,51	221,0	0,872588	-1,51
5	1,55 - 1,75	-0,37	30,2	0,119882	-0,37
6	10,4 - 12,5	1,2378	15,303	0,055158	1,2378
7	2,08 - 2,35	-0,15	16,5	0,065294	-0,15

Konversi kenampakan pantulan:

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi L_{\lambda}}{H_{\lambda} \cos \theta_s}$$

dengan,

$\pi = 3,14$

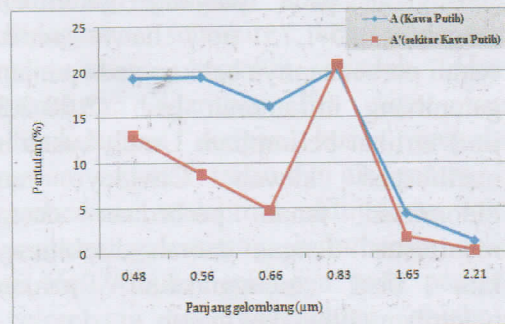
$L_{\lambda}$  = Radiansi spektral [ $W/(m^2 sr^{-1} \mu m)$ ]

$H_{\lambda}$  = Radiasi matahari di atas atmosfer [ $W/(m^2 sr^{-1} \mu m)$ ] = 1242,75463

$\theta_s$  = Sudut zenith matahari saat perekaman = 38,68734950

### Pembahasan

#### a. Sampel A Kawah Putih



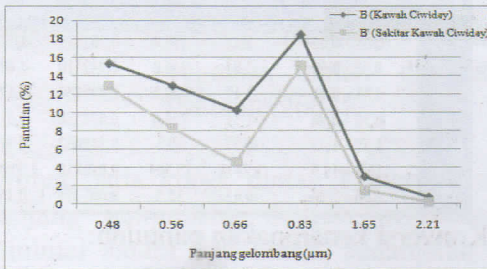
Ket: A (Daerah manifestasi)  
A' (Daerah non manifestasi)

Gambar 8. Persentasi pantulan Kawah Putih dengan sekitarnya

Berdasarkan pengolahan data panjang gelombang biru (0.45-0.52  $\mu m$ ) terlihat perbedaan yang cukup signifikan, begitu juga pada panjang gelombang hijau (0.52-0.60  $\mu m$ ) dan merah (0.63-0.69  $\mu m$ ), tetapi pada panjang gelombang

inframerah dekat (0.76-0.90  $\mu\text{m}$ ) terlihat berimpitan. Untuk kasus ini daerah manifestasi kawah Putih yang didominasi air cara membedakan daerah manifestasi dengan daerah disekitarnya kita bias mengandalkan panjang gelombang biru, hijau dan merah.

b. Sampel B Kawah Ciwidey

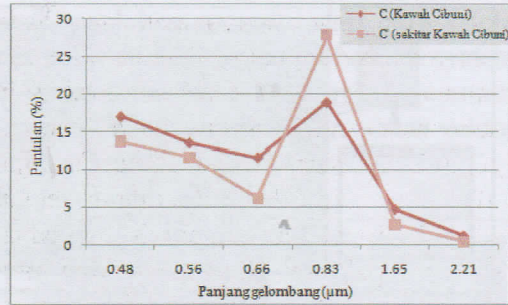


Ket.: B (Daerah manifestasi)  
B' (Daerah non manifestasi)

Gambar 9. Persentasi pantulan Kawah Ciwidey dengan daerah sekitarnya

Daerah manifestasi kawah Ciwidey dengan daerah disekitarnya tampak adanya perbedaan pada panjang gelombang biru (0.45-0.52  $\mu\text{m}$ ) dan inframerah dekat (0.76-0.90  $\mu\text{m}$ ), namun perbedaan yang sangat signifikan terlihat pada panjang gelombang hijau (0.52-0.60  $\mu\text{m}$ ) dan merah (0.63-0.69  $\mu\text{m}$ ), sedangkan pada panjang gelombang tengah (1.55-1.75  $\mu\text{m}$ ) hanya sedikit sekali perbedaannya bahkan pada panjang gelombang inframerah jauh (2.08-2.35  $\mu\text{m}$ ) terlihat berimpitan. Untuk kasus ini manifestasi kawah Ciwidey yang didominasi tanah perbedaan daerah manifestasi dengan daerah disekitarnya kita bisa menggunakan panjang gelombang hijau dan merah.

c. Sampel C Kawah Cibuni

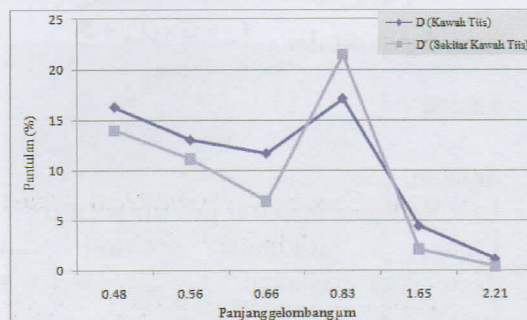


Ket.: C (Daerah manifestasi)  
C' (Daerah non manifestasi)

Gambar 10. Persentasi pantulan Kawah Cibuni dengan daerah sekitarnya

Daerah manifestasi kawah Cibuni dengan daerah disekitarnya pada panjang gelombang biru (0.45-0.52  $\mu\text{m}$ ), hijau (0.52-0.60  $\mu\text{m}$ ) dan panjang gelombang inframerah tengah (1.55-1.75  $\mu\text{m}$ ) hanya sedikit perbedaan diantara ketiga panjang gelombang tersebut, sedangkan perbedaan yang signifikan ditunjukkan oleh panjang gelombang merah (0.63-0.69  $\mu\text{m}$ ) dan inframerah dekat (0.76-0.90  $\mu\text{m}$ ), pada panjang gelombang inframerah jauh (2.08-2.35  $\mu\text{m}$ ) terlihat berimpitan daerah manifestasi dengan daerah disekitarnya. Dalam kasus ini manifestasi panas bumi kawah Cibuni dengan jenis manifestasi steaming ground didominasi tanah, untuk membedakan daerah memiliki manifestasi dengan daerah disekitarnya kita bisa memakai panjang gelombang merah dan inframerah dekat.

d. Sampel D Kawah Tiis



Ket.: D (Daerah manifestasi)  
D' (Daerah non manifestasi)

Gambar 11. Persentasi pantulan Kawah Tiis dengan daerah sekitarnya

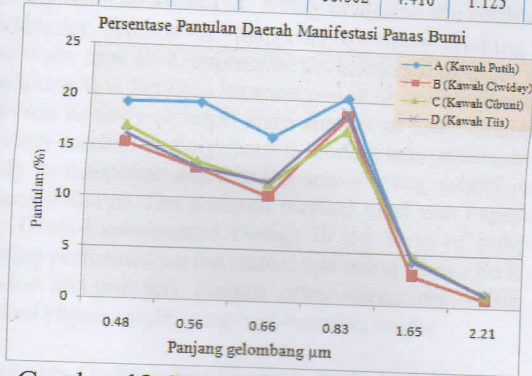


Berdasarkan pengolahan data citra lapangan panas bumi Patuha diketahui bahwa daerah manifestasi kawah Tiis dengan daerah disekir pada panjang gelombang biru (0.45-0.52  $\mu\text{m}$ ), hijau (0.52-0.60  $\mu\text{m}$ ) dan inframerah tengah (1.55-1.75 $\mu\text{m}$ ) hanya sedikit perbedaan yang tampak, sedangkan perbedaan yang signifikan ditunjukkan oleh panjang gelombang merah (0.63-0.69  $\mu\text{m}$ ) dan inframerah dekat (0.76-0.90  $\mu\text{m}$ ), pada panjang gelombang inframerah jauh (2.08-2.35  $\mu\text{m}$ ) terlihat berimpitan. Untuk kasus ini manifestasi kawah Tiis yang jenis manifestasinya adalah kolam lumpur dominasi tanah perbedaan daerah manifestasi dengan daerah disekitarnya kita bisa menggunakan panjang gelombang merah dan inframerah dekat.

e. Karakteristik spektral jenis-jenis manifestasi panas bumi

Tabel 2. rata-rata persentase pantulan tiap sampel

Sampel	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7
	0.48	0.56	0.66	0.83	1.65	2.21
A	19.343	19.464	16.225	20.321	4.350	1.271
B	15.347	12.905	10.279	18.481	3.017	0.778
C	17.011	13.535	11.521	17.079	4.702	1.201
D	16.257	13.005	11.664	18.862	4.416	1.123



Gambar 12. Kurva Daerah Manifestasi Panas Bumi

Daerah Kawah Putih, dengan manifestasi dominan fumarol dominasi air, dari gambar 12 sangat tampak perbedaan daerah manifestasi ini dengan ketiga daerah manifestasi yang lainnya dimana pada panjang gelombang biru,

hijau, merah dan inframerah dekat (Band 1-4) memiliki pantulan yang lebih tinggi. Daerah Kawah Ciwidey mempunyai manifestasi berupa kolam lumpur panas dominasi tanah, pantulan yang tinggi ditunjukkan oleh panjang gelombang inframerah dekat (Band 4). Daerah Kawah Cibuni, manifestasi yang ada berupa fumaroles dan steaming ground tetapi yang dominan adalah steaming ground dominasi tanah, pantulan tinggi dapat dilihat pada panjang gelombang inframerah dekat (Band 4), juga dapat dilihat pantulan manifestasi dari daerah kawah Cibuni dengan kawah Ciwidey sama. Daerah Kawah Tiis mempunyai manifestasi yang sama dengan yang ada di Kawah Ciwidey yaitu mud pool, kolam lumpur panas dominasi tanah, memiliki pantulan tinggi pada panjang gelombang inframerah dekat (Band 4).

Hasil penelitian yang didapat kurva

Hasil penelitian yang didapat kurva daerah manifestasi panas bumi (gambar 12) dihubungkan dengan Hukum pergeseran Wien (gambar 2), pantulan maksimum kenampakan di permukaan bumi dapat dilihat terjadi pada panjang gelombang kurang lebih 9,7  $\mu\text{m}$  dan persentase pantulan semakin ke kiri nilai pantulannya akan semakin tinggi sedangkan semakin kekanan nilai pantulannya semakin rendah. Hasil penelitian (gambar 12) dapat juga dihubungkan dengan kurva pantulan umum vegetasi, tanah dan air (gambar 3) perbedaan maksimal ditunjukkan oleh panjang gelombang inframerah dekat (0.76-0.90  $\mu\text{m}$ ) sehingga pada panjang gelombang ini pengenalan objeknya paling mudah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan disimpulkan bahwa: persentase pantulan daerah manifestasi panas bumi Patuha dari 8 sampel daerah yang diteliti masing-masing mempunyai karakteristik pantulan yang berasosiasi dengan jenis manifestasi

yang ada ditiap wilayah penelitian. Daerah manifestasi dominan fumarol dominasi air nilai rata-rata persentase pantulan adalah 20.321%. Daerah manifestasi jenis kola lumpur panas nilai rata-rata persentase pantulan berkisaran 18.481%. Daerah manifestasi jenis solfatar dan steaming ground yang dominannya adalah steaming ground dominasi tanah pantulan berkisaran 17.079%.

Nilai persentasi pantulan manifestasi panas bumi dan lingkungan sekitarnya dapat dibedakan pada panjang gelombang biru, hijau, merah dan inframerah dekat.

Semua jenis manifestasi panas bumi dilapangan panas bumi Patuha memiliki pantulan yang tinggi pada panjang gelombang biru sampai inframerah dekat (0.45-0.90  $\mu\text{m}$ )

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bujung, C.A.N., dan A. Waani, 2002. *Identifikasi Vegetasi pada citra Satelit Landsat Thematic Mapper dengan Teknik Analisis Digital*. Jurnal penelitian UNIMA no.1-8,p.145-154.
- Bujung, C.A.N., Singarimbun, A., Muslim, D., Hirnawan, F., & A. Sudradjat, 2010. *Karakteristik Spektral Permukaan Daerah Panas Bumi*. Proseding Seminar Nasional Fisika. ITB Bandung, 11-12 Mei. ISBN: 978-979-98010-6-7.pp.10-17
- Bujung, C.A.N., Singarimbun, A., Muslim, D., Hirnawan, F., & A. Sudradjat, *Identifikasi prospek panas bumi berdasarkan Fault and Fracture Density (FFD): Studi kasus Gunung Patuha, Jawa Barat*. Jurnal Lingkungan dan bencana geologi (JLBG) vol 2 No 1 Edisi April 2011. ISSN 2086-7794
- Elachi, C., Jakob van Zyl. 2006. *Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Lillesand, T.M, R.W. Kiefer and J.W.Chipman, 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation (5ed)*. John Wiley and Sons: New York.
- Lillesand, T.M, R.W. Kiefer,2004. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. John Wiley and Sons Inc. Indonesian edition. Copyright by Gadjah Mada University Press.
- Mather, P.M., 2004. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*, Third Edition, John Wiley & Sons, New Jersey.6r
- Sutanto., 2004, *Penginderaan Jauh*, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada,Bulaksumur Yogyakarta.

DAFTAR ISI  
**Jurnal Sains, Matematika dan Edukasi**  
Vol. 1 No. 5 September 2013 Artikel Fisika

- Efek Gaya Pembelajaran Analitis Holistik Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Pada Fisika Dasar I 274-278  
Irawaty Manglumpun, R Palilingan, S W Mongan
- Pengaruh Pendekatan Pemanfaatan Lingkungan Dengan Teknik Penilaian Kinerja Terhadap Hasil Belajar Fisika 279-284  
Farly Mokal, J B Moningka, T Makahinda
- Pendekatan Lesson Study Pada Pembelajaran IPA Fisika Dengan Menggunakan Peta Konsep” (Study Eksperimen Pada Kelas VIII SMP Negeri 2 Beo) 285-290  
Srina Taluay, Cosmas Poluakan, Marianus
- Aplikasi Metode Hückel Pada Molekul Terkonjugasi Heksatriena 291-298  
Andre I Lumempow, D R Wenas, A Komansilan
- Pengaruh Penggunaan Alat Peraga Dan Media Pembelajaran Berbasis IT Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas VII SMP N 1 Langowan Pada Materi Wujud Zat 299-307  
Abrian R Surentu, Marianus, L Dumanauw
- Identifikasi Karakteristik Pantulan Spektral Wilayah Potensi Panas Bumi Berdasarkan Analisa Citra Digital Landsat TM 308-315  
Yanti Ch Sualang, Ch S Medelli, Cyrke A N Bujung
- Pengaruh Pembelajaran Mandiri Terhadap Keaktifan Belajar Siswa Kelas VIII SMP Negeri 4 Rainis 316-324  
Inggrit Maleseh, Cosmas Poluakan, M L Dumanauw
- Pengaruh Pengelolaan Kelas Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Di Kelas VII SMP N 4 Tondano 325-331  
Koresi Desy D Maanana, S Kangiden, T Mandang
- Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Terhadap Hasil Belajar IPA-Fisika di Kelas VII SMP Negeri 4 Tondano 332-340  
Desiana Lette, S Kangiden, Patricia M Silangen
- Upaya Peningkatan Hasil Belajar Untuk Materi Tekanan Dengan Pendekatan Produk Teknologi Pada Kelas VIII SMP Negeri 4 Tondano 341-346  
Hanselinadel Parera, J B Moningka, J Tumangkeng

ISSN 2337-327X

E-ISSN 2337-6139

