

ANALISIS DATA MULTISPEKTRAL UNTUK IDENTIFIKASI POTENSI PANAS BUMI

Bujung, C.A.N.,¹ Singarimbun, A.,² Muslim, D.,³
Hirawan, F.,³ dan Sudradjat, A.³

¹Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Manado

²Kelompok Keilmuan Fisika Bumi Fakultas MIPA, Institut Teknologi Bandung

³Fakultas Teknologi Geologi, Universitas Padjadjaran

E-mail: cyrkebujung@yahoo.com

ABSTRAK

Indikator keterdapatn cebakan panas bumi di bawah permukaan tanah, dapat tercermin di permukaan dengan adanya manifestasi permukaan seperti kawah fumarol, mata air panas dan sebagainya. Hal ini memungkinkan untuk mengidentifikasi daerah potensi panas bumi berdasarkan ekspresi permukaannya dengan menggunakan citra satelit penginderaan jauh. Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh multispektral Landsat TM (*Thematic Mapper*) untuk analisis spektral reflektansi dan suhu dari manifestasi permukaan daerah panas bumi. Hasil analisis menunjukkan bahwa anomali spektral reflektansi dari manifestasi permukaan terjadi pada saluran dengan panjang gelombang di bawah 0,7 μm , sedangkan suhu manifestasi permukaan terdeteksi berkisar antara 304,88 K sampai dengan 308,34 K.

Kata kunci: multispektral, reflektansi, suhu, panas bumi.

THE MULTISPECTRAL DATA ANALYSIS TO IDENTIFICATE GEOTHERMAL POTENTIAL

ABSTRACT

The presence of geothermal energy resource of subsurface is reflected on the surface by appearance of geothermal manifestation, i.e. fumarola crater, hot spring, etc. This might enable us to identify the potential of geothermal on its typical surface expression recorded on the multispectral remote sensing image. This research is using the thematic mapper landsat multispectral remote sensing method in analyzing spectral radiance of reflection and temperature of geothermal surface areas. As a result of this research, spectral reflectance anomalies of surface manifestation occurred on wavelength channel smaller than 0,7 μm . While the temperature of surface manifestation was detected from 304,88 K until 308,34 K.

Key words: multispectral, reflectance, temperature, geothermal.

PENDAHULUAN

Penggunaan data satelit penginderaan jauh di bidang kebumihan telah banyak dilakukan di negara maju untuk keperluan pemetaan geologi, eksplorasi mineral dan energi, bencana alam dan sebagainya. Penggunaannya dalam bidang kebumihan pada dasarnya adalah mengenal dan memetakan obyek dan parameter kebumihan yang spesifik, menafsirkan proses pembentukannya dan menafsirkan kaitannya dengan aspek lain. Untuk melakukan hal di atas dua metoda yang umum dilakukan melalui metoda visual/ manual yaitu mengenal obyek dan gejala geologi spesifik

yang dapat dilihat pada citra seperti perbedaan jenis batuan, bidang perlapisan, dan struktur sesar. Cara kedua dilakukan melalui ekstraksi otomatis dari obyek dengan memakai cara dan formula tertentu dengan menggunakan software yang ada (*digital processing*). Kedua cara tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan sehingga gabungan keduanya akan lebih efektif dan optimal.

Perekaman obyek di dalam penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan energi elektromagnetik yang akan berinteraksi dengan setiap kenampakan yang terdapat dipermukaan bumi (Lillesand *et al.* 2004). Setiap kenampakan memiliki karakteristik spektral dan tanggap-

an spektral tertentu terhadap tenaga elektromagnetik yang berinteraksi dengannya sehingga akan memberi kenampakan tertentu pula pada citra penginderaan jauh.

Ketersediaan suatu sumberdaya panas bumi di bawah permukaan, ditunjukkan oleh kemunculan manifestasi panas bumi di permukaan, seperti mata air panas, kubangan lumpur panas, dan lain-lain. Adanya manifestasi panas bumi di permukaan diperkirakan terjadi karena perambatan panas dari bawah permukaan atau akibat rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panas bumi (uap dan air panas) mengalir ke permukaan (Saptadji, 2003; Santoso, 2007). Penyebaran manifestasi panas bumi di Indonesia pada umumnya berasosiasi dengan busur vulkanik yang terbentang dari ujung Sumatra melalui Jawa, Nusatenggara, Banda sampai kepulauan Sangihe (Sudradjat, 2009). Hal ini menjadi parameter identifikasi potensi panas bumi melalui karakteristik spektrum elektromagnetik dari permukaannya (Bujung, dkk., 2010).

Berdasarkan uraian di atas telah dilakukan analisis data penginderaan jauh multispektral untuk identifikasi daerah panas bumi melalui karakteristik spektral reflektansi dan temperatur dari manifestasi permukaan.

BAHAN DAN METODE

Pengolahan data penginderaan jauh diawali dengan pra pengolahan data berupa koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Konversi nilai digital data spektral pada citra menjadi nilai spektral reflektansi, terdiri dari konversi radiometrik dan konversi kenampakan pantulan. Konversi radiometrik bertujuan untuk mengkalibrasi sensor sehingga akan terdapat hubungan linier antara angka kecerahan dengan nilai spektral radiansi. Hubungan ini dinyatakan dalam parameter rentang nilai angka pada citra, radiansi terendah, dan radiansi tertinggi. Persamaan (1) menyatakan hubungan kecerahan dengan radiansi.

$$L = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{255} \times DN + L_{\min} \quad (1)$$

dengan L = Radiansi ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$)

$L_{\max}$ = Radiansi tertinggi

$L_{\min}$ = Radiansi terendah

DN = Nilai digital.

Parameter kalibrasi sensor ($L_{\max}$ dan $L_{\min}$) diperoleh dari metadata citra.

Konversi kenampakan pantulan diperoleh melalui persamaan (2):

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi L_{\lambda}}{H_{\lambda} \cos \theta_s} \quad (2)$$

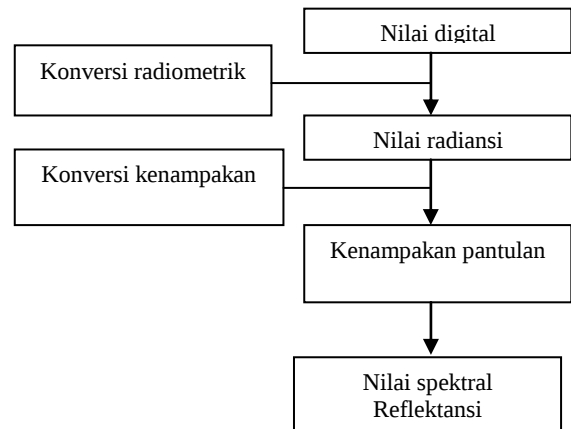
dengan $\pi=3,14$

L_{λ} = Radiansi ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$)

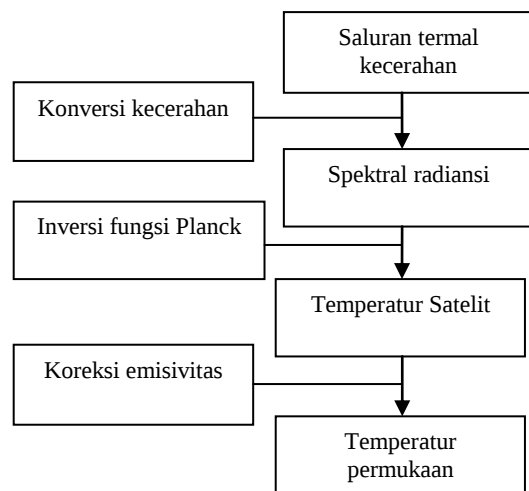
H_{λ} = Radiasi matahari di atas atmosfer

θ_s = sudut zenith matahari saat perekaman.

Tahapan konversi angka kecerahan menjadi nilai spektral reflektansi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan konversi nilai reflektansi



Gambar 2. Ekstraksi temperatur dari Landsat

Selain merekam pantulan, penginderaan jauh merekam energi dari permukaan bumi pada saluran termal ($3\mu\text{m}$ - $15\mu\text{m}$) dengan mengumpulkan, menampilkan dan menginter-

pretasi unsur termal dari permukaan bumi (Calvin et. al., 2007). Energi termal pada dasarnya diemisikan oleh permukaan bumi, bukan dipantulkan oleh permukaan bumi. Untuk estimasi temperatur permukaan dari data termal, nilai digital piksel citra harus dikonversi terlebih dahulu keradian menggunakan data kalibrasi sensor (Nasrullah dkk., 2008). Gambar 2 memperlihatkan diagram alir ekstraksi temperatur dari saluran termal citra Landsat. Konversi nilai kecerahan menjadi radian menggunakan persamaan (3):

$$L_{\lambda} = \left[\frac{(L_{\max} - L_{\min})}{(Q_{cal_{\max}} - Q_{cal_{\min}})} \right] \times (Q_{cal} - Q_{cal_{\min}}) + L_{\min} \quad (3)$$

atau bisa dituliskan

$$L_{\lambda} = G(Q_{cal}) + B \quad (4)$$

dengan:

L_{λ} = Radiansi spektral pada sensor ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

Q_{cal} = Nilai piksel citra satelit DN (nilai digital)

$L_{\max}$ = Spektral radian yang diskalakan terhadap $Q_{cal_{\max}}$ ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

$L_{\min}$ = Spektral radian yang diskalakan terhadap $Q_{cal_{\min}}$ ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

$Q_{cal_{\max}}$ = Nilai piksel terkalibrasi maksimum (berkaitan dengan $L_{\max}$), dalam DN= 255

$Q_{cal_{\min}}$ = Nilai piksel terkalibrasi minimum (berkaitan dengan $L_{\min}$), dalam DN = 1

G = Gain ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

B = Bias/offset ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

Konversi Radiansi menjadi temperatur satelit efektif menggunakan persamaan (5), dilanjutkan dengan koreksi emisivitas untuk menghitung temperatur permukaan menggunakan persamaan (6).

$$T = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1 \right)} \quad (5)$$

T = Temperatur satelit efektif

K_1, K_2 = konstanta kalibrasi

L_{λ} = spektral radian pada sensor ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$).

Koreksi emisivitas untuk menghitung temperatur permukaan menggunakan persamaan (6).

$$T_s = \frac{T}{1 + \frac{\lambda T}{\alpha} \ln \varepsilon} \quad (6)$$

T_s = Temperatur permukaan

λ = Panjang gelombang radiasi emisi

$\alpha = \frac{hc}{\sigma} \quad (\alpha = 1,438 \times 10^{-2} \text{ mK})$

h = Konstanta Planck ($6,3 \times 10^{-34} \text{ J.detik}$)

σ = Konstanta Stefan Boltzman ($1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

c = Kecepatan cahaya ($3 \times 10^8 \text{ m/det}$)

ε = Emisivitas (0,95).

HASIL DAN PEMBAHASAN

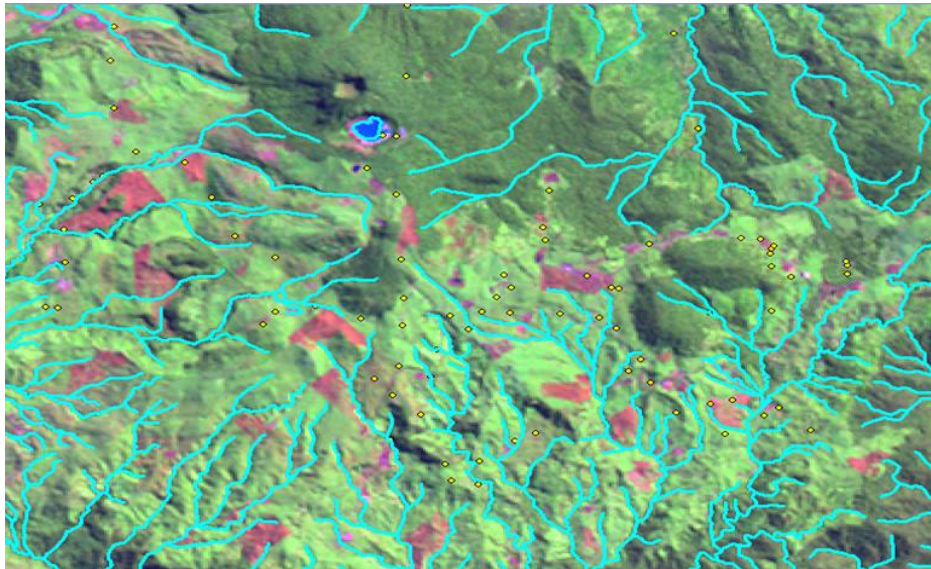
Analisis data multispektral Landsat TM (Gambar 3) dengan 7 saluran spektral (Tabel 1) untuk manifestasi permukaan daerah panas bumi Patuha (Gambar 4), menunjukkan karakteristik spektral yang berbeda untuk setiap manifestasi kawah. Berdasarkan perolehan data pada Tabel 2 dari keempat kawah, kawah putih memiliki nilai spektral yang jauh lebih tinggi (Gambar 5a) dari kawah ciwidey, kawah tiis, dan kawah cibuni (Gambar 5b) sampai pada saluran panjang gelombang 0,69 μm , dan mulai relatif sama dengan tiga kawah tersebut pada saluran 0,76 – 0,90 μm dan 2,08 – 2,35 μm .

Tabel 1. Saluran elektromagnetik citra Landsat TM

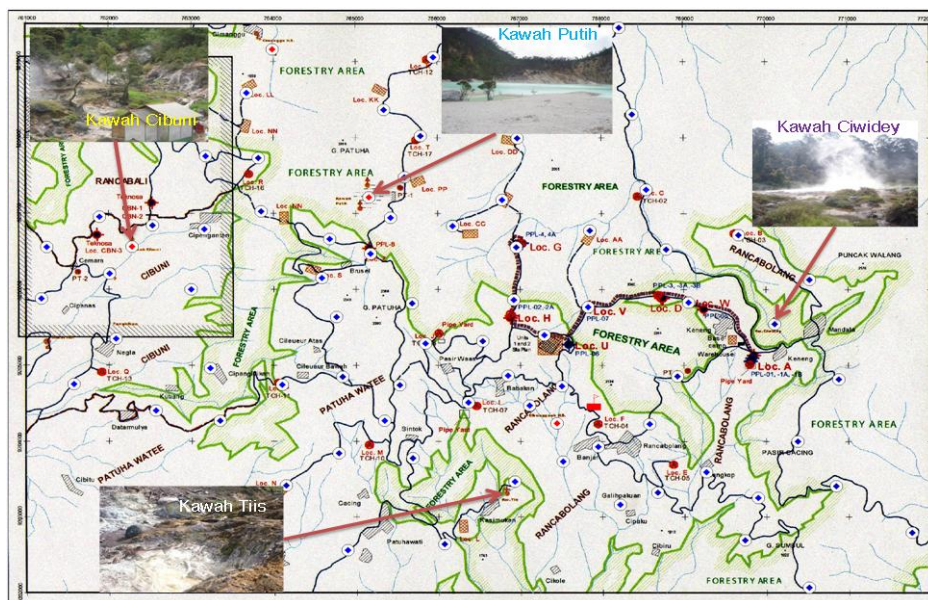
Saluran TM	Resolusi spektral (μm)	Resolusi spasial (meter)
1 Blue	0,45 – 0,52	30
2 Green	0,52 – 0,60	30
3 Red	0,63 – 0,69	30
4 Near IR	0,76 – 0,90	30
5 Mid IR	1,55 – 1,75	30
6 Thermal	10,4 – 12,5	120
7 Mid IR	2,08 – 2,35	30

Tabel 2. Nilai spektral rata-rata manifestasi permukaan panas bumi

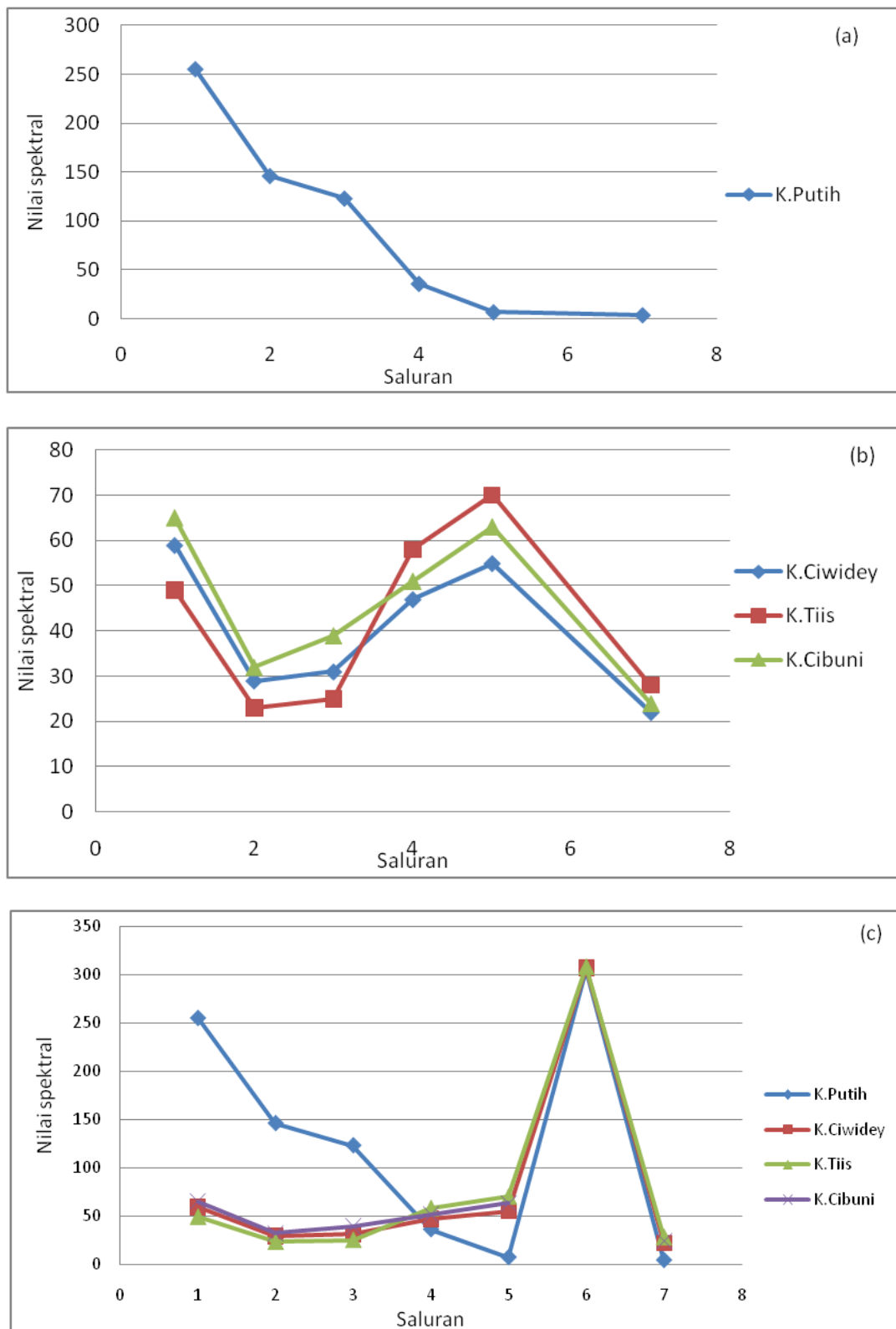
Saluran/ Konversi	Kawah Putih	Kawah Ciwidey	Kawah Tiis	Kawah Cibuni
TM1	225	59	49	65
TM2	146	29	23	32
TM3	123	31	25	39
TM4	36	47	58	51
TM5	7	55	70	63
TM7	4	22	28	24
Suhu	308.237	304.878	307.126	308.237
Wetness	110.3081	1.0289	-17.4275	0.673
Greenness	-149.5546	1.7744	16.8937	4.3584



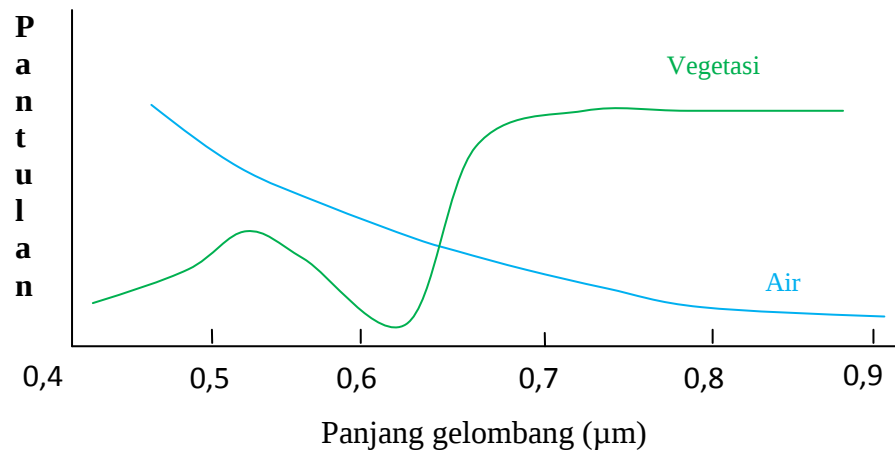
Gambar 3. Citra landsat TM daerah Panas bumi Patuha



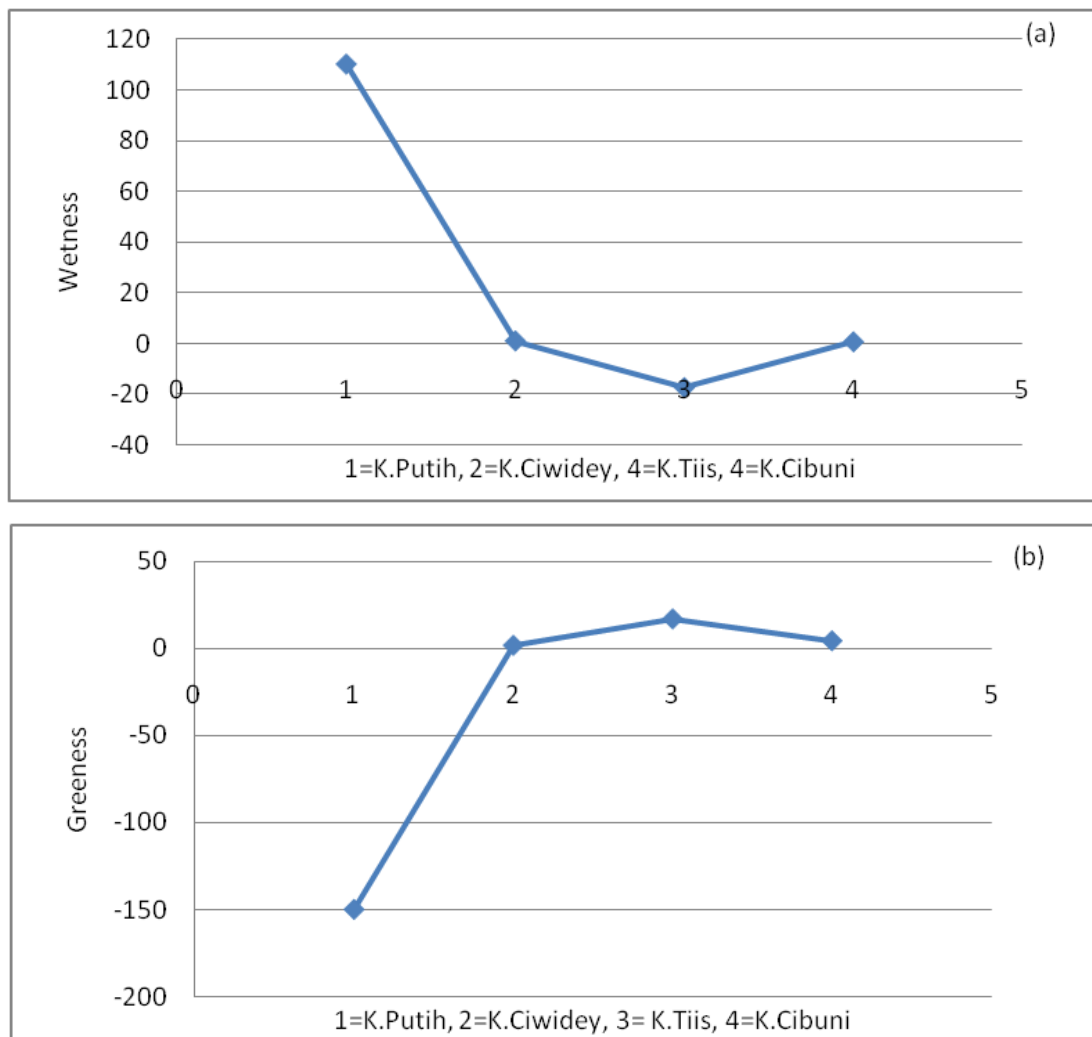
Gambar 4. Manifestasi permukaan daerah panas bumi



Gambar 5. Pola spektral dari manifestasi permukaan daerah panas bumi



Gambar 6 Kurva pantulan umum vegetasi dan Air



Gambar 7. Kurva wetness dan greenness dari manifestasi permukaan panas bumi

Nilai spektral kawah putih yang tinggi pada Gambar 5a disebabkan karena kandungan air yang tinggi atau tingkat kebasahan (*wetness*) yang dimiliki oleh kawah tersebut (Gambar 7a). Kandungan air yang tinggi menyebabkan pola spektral kawah putih relatif mengikuti pola spektral air (Gambar 6), akan tetapi terdapat anomali pada beberapa saluran panjang gelombang. Kawah putih merupakan up flow yang terjadi karena perambatan panas melalui rekahan di bawah permukaan (Layman, 2003). Berbeda dengan kawah putih, pola spektral tiga kawah lainnya yaitu kawah ciwidey, kawah tiis, dan kawah cibuni (Gambar 5b) relatif mengikuti pola spektral vegetasi (Gambar 6). Pola ini disebabkan karena ketiga kawah tersebut sebagian besar tertutup vegetasi hutan dan kebun. Hal ini diperkuat oleh kurva greenness (Gambar 7b), yang memperlihatkan bahwa kawah ciwidey, kawah tiis, dan kawah cibuni, memiliki tingkat kehijauan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawah putih.

Gambar 5c menampilkan pola spektral dari 7 saluran Landsat TM, dimana saluran 1 sampai 5, dan saluran 7 merekam pantulan, sedangkan saluran 6 merekam pancaran termal dari permukaan daerah panas bumi. Saluran 6 adalah saluran dengan panjang gelombang inframerah termal yakni 10,4-12,5 μm . Saluran 6 pada Gambar 5c ini menunjukkan bahwa manifestasi permukaan daerah panas bumi Gunung Patuha khususnya beberapa kawah fumarol, memiliki temperatur yang relatif sama. Ini berarti bahwa tingkat kebasahan dan kehijauan tidak berpengaruh secara signifikan pada temperatur manifestasi permukaan panas bumi.

SIMPULAN

Anomali spektral reflektansi dari manifestasi permukaan panas bumi terjadi pada saluran dengan panjang gelombang di bawah 0,7 μm . Temperatur manifestasi permukaan daerah panas bumi Gunung Patuha terdeteksi berkisar antara 304,88⁰K sampai dengan 308,34⁰K. Tingkat kebasahan dan kehijauan tidak berpengaruh secara signifikan pada temperatur manifestasi permukaan panas bumi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. GEODIPA ENERGI atas ijin penelitian di lapangan panas bumi Patuha, dan kepada CRS ITB atas bantuan data penginderaan jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Bujung, C.A.N., Singarimbun, A., Muslim, D., Hirnawan, F., & Sudradjat, A. 2010. Karakteristik Spektral Permukaan Daerah Panas Bumi. Prosiding Seminar Nasional Fisika. ISBN: 978-979-98010-6-7. pp.10-17.
- Bujung, C.A.N., Darmawan, S., Syahfri, I., Muslim, D., & Sudradjat, A. 2010. Sifat Spektral Air dan korelasinya terhadap data penginderaan Jauh. Prosiding PIT MAPIN 2010.
- Calvin, M., Coolbaugh, M., Kratt, Ch., & Vaughan, R.G. 2007. Application of Remote Sensing Technology to Geothermal Exploration. GBCGE and Department of Geological Sciences University of Nevada.
- Layman, E.B. & S. Soemarinda. 2003 "The Patuha Vapour Dominated Resource West Java Indonesia". Proceedings, Twenty-Eighth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, January 27-29, 2003. SGP – TR - 173.
- Lillesand, T.M, Kiefer R.W., & Chipman, J.W. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation (5ed). John Wiley and Sons. New York.
- Nashrrulah, S., Darmawan. S., Hadi, F., Budi, H., & Wikantika, K. 2008. Analisis Kelembaman Tanah dengan Landsat ETM Menggunakan Metode TVDI. Makalah PIT MAPIN XVII. hal 526-538.
- Santoso, D. 2007. Eksplorasi Energi Geotermal. Teknik Geofisika. ITB Bandung.

Saptadji. 2003. Teknik Panas Bumi. Departemen Teknik Perminyakan. ITB Bandung.

Sudradjat, A. 2009. Mengenal Energi Panas Bumi; Peraturan Pemerintah No. 59 Tahun 2007 tentang Kegiatan Usaha Panas Bumi. Galeripadi, Bandung.