

**SKRIPSI**

**ESTIMASI *LAND SURFACE TEMPERATURE* DI DUSUN REALOLO,  
DESA SAMAENRE, KECAMATAN MALLAWA, KABUPATEN MAROS**

**Disusun dan diajukan oleh**

**HANIFAH HAMDHAH**

**H221 16 501**



**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**ESTIMASI *LAND SURFACE TEMPERATURE* DI DUSUN REALOLO,  
DESA SAMAENRE, KECAMATAN MALLAWA, KABUPATEN MAROS**

Skripsi ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat untuk mencapai  
gelar sarjana



**Disusun dan diajukan oleh:**

**HANIFAH HAMDHAH**

**H221 16 501**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ESTIMASI *LAND SURFACE TEMPERATURE* DI DUSUN REALOLO,  
DESA SAMAENRE, KECAMATAN MALLAWA, KABUPATEN MAROS**

**Disusun dan diajukan oleh**

**HANIFAH HAMDHAH**

**H221 16 501**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

pada tanggal 11 Februari 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Paharuddin, M.Si.

Nip. 196305181991031001

  
Ir. Bambang Harime, M.Si.

Nip. 196105011991031003

Ketua Program Studi,

  
Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng.

Nip. 196709291993031003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Hanifah Hamdah  
NIM : H221 16 501  
Program Studi : Geofisika  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Estimasi *Land Surface Temperature* di Dusun Realolo, Desa Samaenre,  
Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 17 Februari 2021

Yang menyatakan



Hanifah Hamdah

## ABSTRAK

*Land Surface Temperature* (LST) telah banyak digunakan di dalam studi-studi saat ini, salah satunya studi untuk mengidentifikasi gejala panas bumi yang terdapat di suatu lokasi. Biasanya, dalam hal ini digunakan sebagai survei awal untuk melihat gejala panas bumi di suatu lokasi yang diperkirakan terdapat sumber panas bumi. Landsat 8 merupakan misi lanjutan dari Landsat 7, dimana pembaharuan ini dapat dilihat pada penggunaan 2 alat rekam (sensor) yang berbeda yakni *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Pengolahan data citra Landsat 8 dilakukan untuk menghasilkan *land surface temperature*. Nilai suhu yang diukur di lapangan kemudian dibandingkan dengan data *land surface temperature* hasil pengolahan. Suhu yang terdapat di lokasi berkisar 23°C - 35°C dimana suhu ini termasuk suhu minimum panas bumi. Sementara, hasil data citra dengan nilai *land surface temperature* (LST) agak berbeda dengan yang ada di lapangan, yakni (°C) kelas I (23,7 – 24), kelas II (24 – 24,3) dan kelas III (24,3 – 24,8) di tandai dengan daerah yang berwarna merah pada nilai LST air panas Reatoa disebabkan oleh beberapa faktor pada saat perekaman dan pengolahan citra.

Kata kunci: *Land Surface Temperature*, Landsat 8, OLI/TIRS, Panas Bumi, *split window*

## **ABSTRACT**

Land Surface Temperature (LST) has been widely used in current studies, one of which is a study to identifying geothermal symptoms found in a location. Typically, this is used as an initial survey to see geothermal symptoms of a location where geothermal sources are thought to be present. Landsat 8 is an advanced mission of Landsat 7, where this update can be seen in the use of 2 different sensors, namely Onboard Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) with a total of 11 channels. Landsat 8 image data processing is carried out to produce land surface temperature. The temperature value measured in the field is then compared to the processing land surface temperature data. The temperature at the location ranges from 23°C - 35°C where this temperature includes the minimum geothermal temperature . Meanwhile, the value of image data with land surface temperature (LST) values is somewhat different from those in the field, namely (°C) class I (23.7 - 24), class II (24 - 24.3) and class III (24.3 - 24.8) in the red area on the LST value temperature of Reatoa hot water caused by several factors at the time of record and processing of imagery.

Keyword: Land Surface Temperature, Landsat 8, OLI/TIRS, Geothermal, split window

## KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIIM.

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamiin. Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta’ala Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “**Estimasi *Land Surface Temperature* di Dusun Realolo, Desa Samaenre, Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros**” sebagai wujud tanggung jawab setelah menuntut ilmu. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Rasulullah SAW. Dalam penulisan skripsi ini tentu tidak lepas dari hambatan dan kesulitan, namun berkat Ridho Sang Maha Kuasa, penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Sebelumnya izinkan penulis untuk ucapkan terima kasih sedalam - dalamnya kepada keluarga tercinta saya Ayahanda **Yunus, S.Sos** dan Ibunda **Jumala Syamsuddin, S.Sos., MM, Tante Rama** beserta ketiga adik-adik saya (**Muhammad Nur Fadhil, Muhammad Fadhurrahman,** dan **Ahmad Safawi Syamsuddin**). Penulis ucapkan pula terima kasih yang sedalam-dalamnya untuk semua keluarga besar yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil, doa, dan kasih sayang tulus yang tiada hentinya untuk penulis.

Dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dari berbagai pihak atas bantuan, nasihat, didikan, dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama ini. Untuk itu dengan senang hati penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat:

1. **Bapak Alm. Dr. Paharuddin, M.Si** selaku Pembimbing Utama yang telah banyak membantu, memberikan arahan, kepercayaan yang sangat berarti dan sangat baik memberikan motivasi serta sangat pengertian kepada penulis selama bimbingan di sela-sela kesibukan selama mengerjakan hasil hingga bapak juga masih menyempatkan waktu selama bapak sakit.

2. **Bapak Ir. Bambang Harimei, M.Si** selaku Pembimbing Pertama yang telah memberikan arahan dan masukan dengan penuh ketulusan dan kesabaran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. **Bapak Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng dan Bapak Dr. Erfan, M.Si** selaku tim penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan bersifat membangun kepada penulis selama penulisan skripsi, serta demi penelitian yang lebih baik dan berkesinambungan di masa depan.
4. **Kepada Bapak Alm. Dr. Lantu, M.Eng, Sc,DESS dan Bapak Fawzy Ismullah, M.Si** selaku Penasehat Akademik atas ilmu yang diberikan, bimbingan, bantuan, masukan, nasihat, dan motivasi dengan penuh perhatian selama masa perkuliahan.
5. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
6. **Bapak Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin,
7. **Seluruh Dosen Departemen Geofisika, Staf Departemen Geofisika, Staf Laboratorium, Staf Perpustakaan, Staf Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin** atas semua ilmu yang telah diajarkan dan ditanamkan, maupun bantuan dan pelayanan yang tulus diberikan kepada penulis.
8. **Pak Anto dan Pak Putra** yang telah membantu dengan sabar selama penulis mengurus persuratan yang cukup menguras emosi dan tenaga. Terimakasih banyak pak tidak pernah mengeluh ketika saya terkadang sampai 3 kali sehari mengunjungi Departemen tercinta untuk mengurus berkas-berkas selama kuliah hingga penelitian ini. Karena saya tahu, bapak-bapak ini pasti selalu ingin melancarkan urusan-urusan kami.
9. **Kepada pak Anwar dan staff di Desa Samaenre, Alam, Saskia, Sinar, Ai, terima kasih** banyak atas bantuannya saat pengambilan data, panas dan lapar kita lupakan untuk pengambilan ini. Mohon maaf atas kerempongan

dan merepotkan kalian yah. Juga **Mufli** sebagai pembimbing bayangan saat khawatir tidak menyelesaikan proses per-mathlab-an.

10. **Kepada bapak/ibu dan kakak-kakak di LAPAN Parepare, Bapak Kepala Stasiun Bumi Penginderaan Jauh LAPAN Parepare** terima kasih telah membuka kesempatan kami untuk belajar dan memiliki pengalaman bekerja praktek di LAPAN Parepare. Terima kasih pula kepada pak Ferman dengan sambutannya memperkenalkan kami kantor ini di awal pertemuan hingga kami pamit pulang. **Kepada pak Eko, Bu Adri, pak Zylshal, kak Arman, kak Rizki, kak Adi** di Lahta terima kasih telah membimbing dan mengarahkan kami hingga kami paham dan memiliki pengalaman belajar bersama kalian orang-orang hebat di bagian LAHTA serta **kak Athar** sebagai Pembimbing Lapangan saya selama melaksanakan kerja praktik hingga membuat Skripsi, terima kasih masih sempat menjawab pertanyaan ke-ambiguan saya dan mendorong saya untuk tetap kembali mencari tahu sendiri. Di tempat ini pula kami mendapat pengalaman-pengalaman dan orang-orang hebat di balik layar.
11. **Keluarga KKN UNHAS GEL. 103 Desa Laikang, Mangarabombang, Takalar. Keluarga Pak Sekdes (Dg, Tika), Dg. Sambara, Pak Dusun Ongkoa dan keluarga, Keluarga Dg Tommi, Om baim, Kak Anto, Kak Fian, Nasrum, Bolang, Kakak-kakak di Kandes, Pak Desa dan keluarga serta seluruh warga Desa** terima kasih atas kesempatan dan waktunya hingga menerima kehadiran kami dengan sangat baik dan berkesan hingga saat ini. Menganggap kami adalah sebagian dari keluarga Laikang, memberi pengalaman, pembelajaran, dan keluarga baru disana. Besar harapan kami untuk tetap bisa memajukan Desa tempat kami mengabdikan. Terima kasih pula untuk teman-teman seperjuangan KKN saya, **Ayu bams, Pegy bams, Jusri, kak Goes** sebagai kepala suku kami, serta **kak Septian** sudah mengajarkan kepada saya apa itu arti berjuang dan menghargai orang lain. Semoga tetap menjadi saudara tak sedarah yah.

12. **Teman-teman Kepanitiaan IHAMAFI DAN HMGI**, terima kasih atas kebersamaannya dan pengalaman berorganisasi bersama kalian. Membentuk pribadi menjadi lebih bertanggungjawab.
13. **Keluarga HIMAFI 16, HMGF, HMGI**, terima kasih untuk pengalaman organisasi yang saya dapatkan hingga menghadirkan pengalaman yang belum tentu saya dapatkan di tempat lain. Merubah bentuk kebersamaan menjadi keluarga dan sahabat bagi saya.
14. **Teman-teman Geofisika 16 (16NEOUS)**, yang selalu menjadi tempat tukar pikiran, debat, jalan ke darat maupun ke laut. Selalu sabar dalam menghadapi cobaan kuliah selama bersama Hamdah, selalu merangkul dan menjadi *partner in crime*. Semangat selalu buat kalian, hingga bisa ketemu di hari selanjutnya.. see u guys in a top !
15. **Grup KP Squad**, Iis dan Diat thankyou soo much guys. Terimakasih untuk waktu, semangat dan sesi curhatnya selama ini. Terimakasih atas pertolongannya yang tiada terkira, suka dan duka hidup setiap selama sebulan, menjadi sesi pembimbingku dan dan penguji. Menjadi hiburan tersendiri kenenangan ketika kita ambil air gallon untuk orang-orang lahta hehe.
16. **Teman-teman CEWKOSY dan The Freaks**, terima kasih untuk ikatan batinnya hingga saat ini, yang telah terjalin sejak SMA. Suka dan duka always be my side. Teruntuk anak-anak baik, soleh/ah, turut pada orang tua, suka membantu, jujur dan sering bohong, semoga sampai seterusnya yahh. Juga buat kegokilan kalian.
17. Saudara tak sedarahku, sepergaulanku **Inci, Tari, Nia, Adel**. Hingga saat ini kalian masih tetap menjadi saudara perempuanku yang selalu aku andalkan. Kita sibuk di jalan masing-masing tapi tetap meluangkan waktu untuk bertemu dan membantu saya. Tempat gossip warga mangga tiga, sharing tentang kosmetik, sharing tentang cowok-cowok buaya, hingga masalah-masalah pribadi. Semoga akan tetap selalu bersama untuk ikatan symbiosis mutualisme ini.

18. **Teman-teman PHL Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Prov. Sulsel,** terima kasih untuk setiap semangat dan bantuan permintaan izin yang harus kalian salurkan untuk perkembangan drama perskripsian ini. Yang selalu mendengar sesi percurcolan yang terkadang saya hadir di tengah-tengah keriuwehan status kita menjadi sukarelawan yah. “semoga kita semua terangkat menjadi PTT” kalau saya doa-nya “semoga kita semua menjadi PNS” hingga tak pusing-pusing lagi untuk bayang-bayang masa depan ini, ya khan. Juga **orangtua-orangtua kami** yang ada disana serta **kakak dan teman-teman PTT** yang selalu menyemangati dan memberi perhatian kepada saya.
19. **Dan kepada semua pihak** yang telah mendukung, mendo’akan, memotivasi, dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi, yang tidak sempat saya sebutkan satu per satu, semoga segala amal kebaikan saudara-saudari dan bapak-ibu diterima sebagai ibadah di sisi Allah Subhanahu Wa Ta’ala. Aaminn.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan kerendahan hati sangat mengharapkan kritik, koreksi perbaikan dan saran yang bersifat membangun untuk hasil yang lebih baik dan maksimal di masa yang akan datang. Penulis juga berharap agar semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya, serta dapat memberikan sumbangsih dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Makassar, Februari 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	2
I.3 Ruang Lingkup.....	2
I.4 Tujuan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
II.1 Sistem Penginderaan Jauh .....	4
II.2 Citra Landsat 8.....	11
II.3 Land Surface Temperature (LST).....	12
II.4 Citra Penyiam ( <i>Scanning</i> ) Termal .....	18
II.5 Deteksi dan Pemetaan Panas Bumi dengan <i>Scanner</i> Inframerah Termal... 18	
II.6 Sistem Panas Bumi .....	20
II.7 Mata Air Panas atau Hangat .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
III.1 Lokasi Penelitian .....	23
III.2 Alat dan Bahan .....	24
III.3 Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data .....	24
III.4 Bagan Alir .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>28</b>
IV.1 Hasil .....	28

IV. 1.1 Hasil Pengolahan LST ( <i>Land Surface Temperature</i> ) .....	28
IV. 1.2 Hasil Pengolahan Suhu di Lokasi .....	30
IV.2 Pembahasan .....	31
IV.2.1 Perbandingan Data LST dan Suhu di Lapangan.....	31
IV.2.2 Pengaruh pH dan Suhu di Lapangan Panas Bumi Reatoa .....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>39</b>
V.1 Kesimpulan.....	39
V.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Gelombang Elektromagnetik, Komponen-komponen Gelombang Elektromagnetik dan Magnetik (Lillesand dan Kiefer, 1979) .....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Spektrum Elektromagnetik ( Trevett, 1986 ).....	7
<b>Gambar 2. 3</b> Perpindahan panas di bawah permukaan (Saptadji, 2001) .....	21
<b>Gambar 3. 1</b> Peta Lokasi Penelitian .....	23
<b>Gambar 3. 2</b> Bagan alir penelitian .....	27
<b>Gambar 4. 1</b> Peta Sebaran Suhu LST .....	28
<b>Gambar 4. 2</b> Peta Kontur Suhu .....	30
<b>Gambar 4. 3</b> Peta suhu sekitar mata air panas .....	34
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik pengaruh suhu dengan pH .....	36

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Perbandingan band landsat 7 dan 8 (USGS. 2017) .....	12
<b>Tabel 2. 2</b> Karakteristik Landsat 8 (Widjaja, 2014) .....	14

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran I:</b> Script Matlab Pengolahan Data Land Surface Temperature.....	45
<b>Lampiran II:</b> Hasil Pengolahan Data Land Surface Temperature di Matlab .....	47
<b>Lampiran III :</b> Tabel Data pH dan Suhu di Lapangan (sekitar mata Air Panas)	48
<b>Lampiran IV:</b> Dokumentasi Pengambilan Data.....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

*Land Surface Temperature* merupakan faktor penting di banyak bidang, seperti perubahan iklim global, hidrologi, geo / biofisik, dan penggunaan lahan kota / tutupan lahan. *Land Surface Temperature* (LST) atau suhu permukaan tanah ialah keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, dan sifat termal dari permukaan. LST merupakan variabel klimatologis yang utama yang termasuk dalam salah satu parameter kunci keseimbangan energi pada permukaan. Besarnya LST tergantung dari kondisi parameter permukaan seperti kelembapan permukaan dan penutup lahan serta kondisi vegetasi (Anderson, 1974 dalam Jurnal LAPAN).

Landsat 8 merupakan misi lanjutan dari Landsat 7, dimana pembaharuan ini dapat dilihat pada penggunaan 2 alat rekam (sensor) yang berbeda yakni *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan landsat 7. Sensor TIRS (band 10 dan 11) dan band sensor OLI (band 4 dan 5) dari landsat 8 nantinya di gunakan untuk mendapatkan nilai suhu permukaan tanahnya atau *Land Surface Temperature* (LST) (Widjaji dan Handayani, 2014).

*Land Surface Temperature (LST)* telah banyak digunakan di dalam studi-studi saat ini, salah satunya studi untuk mengidentifikasi gejala panas bumi yang terdapat di suatu lokasi. Sebelumnya, telah dilakukan penelitian ini di lokasi yang sama, namun menggunakan metode yang berbeda. Biasanya, dalam hal ini digunakan sebagai survei awal untuk melihat gejala panas bumi di suatu lokasi yang diperkirakan terdapat sumber panas bumi. Untuk mendapatkan nilai LST ada beberapa tahap yang perlu dihitung serta dilakukan pengkoreksian dari data citra landsat 8 yang digunakan.

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dilakukan penelitian dengan judul “*Estimasi Land surface Temperature di Dusun Realolo, Desa Samaenre, Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros*”.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana mengidentifikasi data *land surface temperature* berdasarkan data citra regional di Kawasan air panas Reatoa ?
2. Bagaimana perbandingan peta *land surface temperature* dengan data suhu regional di Kawasan air panas Reatoa ?

## **I.3 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada pengolahan data citra satelit landsat 8 sensor OLI/TIRS dan pengambilan suhu lapangan pengolahan data citra Landsat 8 dilakukan untuk menghasilkan *land surface temperature*. Nilai suhu yang diukur

di lapangan kemudian dibandingkan dengan data *land surface temperature* hasil pengolahan.

#### **I.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Kawasan air panas Reatoa dengan menggunakan data citra *land surface temperature*.
2. Menghasilkan peta data citra *land surface temperature* dan data suhu regional di Kawasan air panas Reatoa.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Sistem Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh berasal dari kata *remote sensing* memiliki pengertian bahwa penginderaan jauh merupakan suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi dari suatu objek dipermukaan bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya (Lillesand dan Kiefer, 1979). Jadi penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk mengindra/menganalisis permukaan bumi dari jarak yang jauh, dimana perekaman dilakukan di udara atau di angkasa dengan menggunakan alat (sensor) dan wahana (Sugandi, 2010).

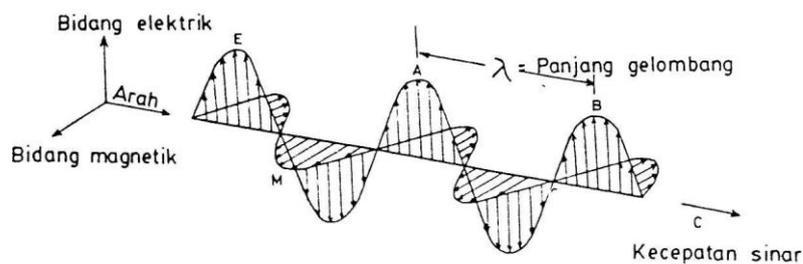
Alat yang dimaksud adalah alat perekam yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya yaitu ; alat tersebut pada waktu perekaman tidak ada di permukaan bumi, tetapi di udara atau di angkasa. Karena itu dalam perekaman tersebut menggunakan wahana (platform) seperti satelit, pesawat udara, balon udara dan sebagainya. Sedangkan data yang merupakan hasil perekaman alat (sensor) masih merupakan data mentah yang perlu dianalisis. Untuk menjadi suatu informasi tentang permukaan bumi yang berguna bagi berbagai kepentingan bidang ilmu yang berkaitan perlu dianalisis dengan cara interpretasi (Sugandi, 2010).

Untuk menterjemahkan data menjadi informasi perlu teknik analisis. Data yang diperoleh saat perekaman akibat adanya interaksi objek dengan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan oleh tenaga yang ada diluar permukaan bumi, seperti ; perekaman planet lain atau bulan termasuk dalam penginderaan jauh.

Karena data yang direkam dengan menggunakan alat, sehingga data yang tergambar diperoleh menunjukkan gambaran yang sebenarnya pada saat perekaman (Sugandi, 2010).

### II.1.1 Fisika Penginderaan Jauh

Data yang diperoleh penginderaan jauh disimpan dari jarak jauh. Oleh karena itu data yang direkam dalam bentuk data mentah perlu dianalisis, dari data tersebut menjadi informasi yang diperlukan. Data tersebut diperoleh melalui interaksi antara objek dengan tenaga elektromagnetik, dimana radiasi matahari merupakan sumber tenaga. Tenaga elektromagnetik tidak nampak, kecuali bila berinteraksi. Tenaga matahari yang dipancarkan bergerak secara statis dan terurai dan membentuk berbagai panjang gelombang ( $\lambda$ ). Gelombang elektromagnetik yang terpancar meliputi gelombang elektrik dan magnetik yang ditunjukkan gambar 2.1 (Sugandi, 2010).



**Gambar 2.1** Gelombang Elektromagnetik, Komponen-komponen Gelombang Elektromagnetik dan Magnetik (Lillesand dan Kiefer, 1979)

Tenaga radiasi yang memancarkan tenaga dalam bentuk tenaga gelombang elektromagnetik yang bergerak ke segala arah dengan kecepatan simultan ( $c$ ), sedangkan jarak dari puncak gelombang ke puncak lain ( $\lambda$ ) dan kecepatan gelombang persatuan unit/waktu disebut frekuensi ( $f$ ). Kecepatan cahaya, frekuensi dan dapat dirumuskan sebagai berikut (Sugandi, 2010):

$$c = f \lambda \dots\dots\dots (1)$$

c = Kecepatan cahaya ( 3 x 100.000.000 m/detik )

f = Perputaran gelombang dalam satuan detik

$\lambda$  = Panjang gelombang (mikrometer =  $\mu\text{m}$ )

Gelombang elektromagnetik tersebut yang memancar secara tetap, maka suhu permukaan matahari tersebut sekitar 6000°K dan semua material permukaan bumi diatas 0°K (-273 °C). Dengan mengetahui suhu permukaan matahari, maka puncak gelombang dapat dihitung dengan rumus (Lillesand dan Kiefer, 1979);

$$\lambda m = \frac{A}{T} \dots\dots\dots (2)$$

$\lambda m$  = Panjang gelombang maksimum

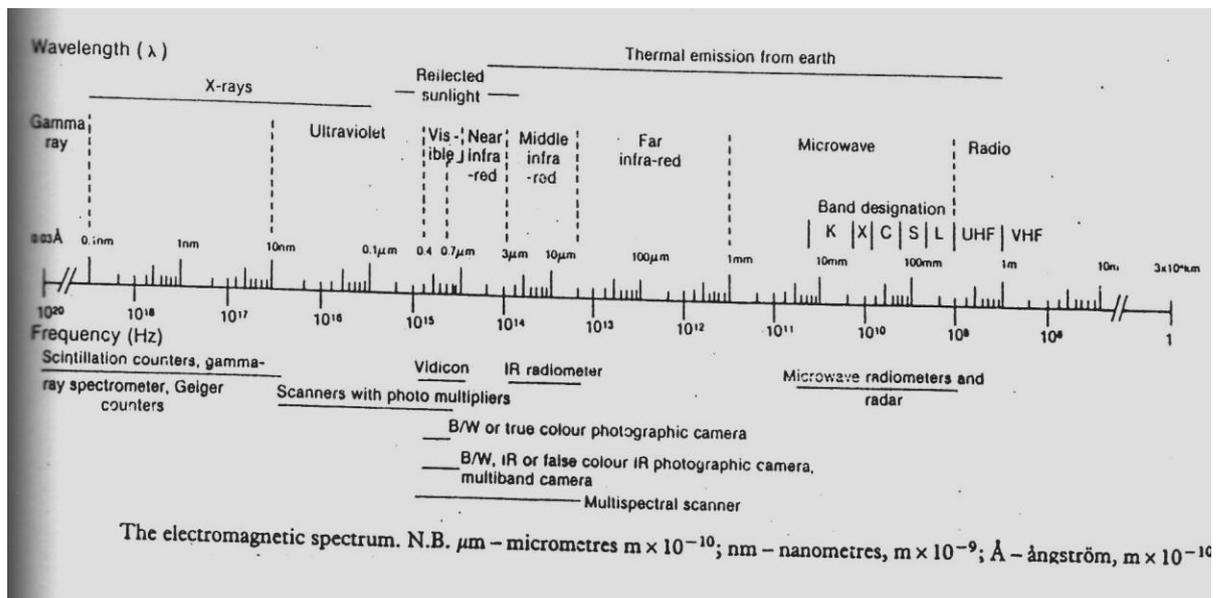
A = Konstanta (2898  $\mu\text{m} / ^\circ\text{K}$ )

T = Suhu °K

Suhu matahari dengan puncak radiasi sekitar 0,48  $\mu\text{m}$  dan luasannya, dimana kepekaan mata manusia sekitar  $\lambda$  0,4 – 0,7  $\mu\text{m}$ . Gelombang elektromagnetik yang didasarkan suhu bumi (300 °K), puncak radiasi dari bumi pada sekitar  $\lambda$  9,6  $\mu\text{m}$ . Karena itu penginderaan jauh sistem fotografik tidak dapat merekam, karena pancaran bumi dengan  $\lambda$  9,6  $\mu\text{m}$ . Formula diatas menggambarkan semakin besar suhu akan semakin besar tenaga kinetik yang dipancarkan. Perubahan suhu akan menggeser puncak dan besar pancaran. Dengan semakin suhu tinggi akan bergeser kearah gelombang panjang (Sugandi, 2010).

## II.1.2 Spektrum Elektromagnetik

Tenaga elektromagnetik merupakan suatu berkas sinar atau dikenal dengan spektrum yang luas, karena luasnya tenaga elektromagnetik dengan berbagai panjang gelombang, maka berbagai panjang gelombang tersebut diklasifikasikan menjadi spektrum. Klasifikasi tenaga tersebut diantaranya : Spektrum kosmik, Gamma X, Ultra Violet, Tampak, Inframerah, Termal, Gelombang Mikro dan Radio Spektrum elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari sangat bervariasi panjang gelombangnya ( $\lambda$ ), tetapi untuk aplikasinya tenaga elektromagnetik diklasifikasikan. Klasifikasi spektrum elektromagnetik dan panjang gelombang ( $\lambda$ ) ditunjukkan pada gambar 2.3 (Sugandi, 2010).



**Gambar 2. 2** Spektrum Elektromagnetik ( Trevett, 1986 )

Spektrum elektromagnetik yang bergerak dan masuk ke permukaan bumi tidak semua spektrum masuk , tetapi hanya sebagian kecil spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai permukaan bumi. Spektrum yang mampu mencapai permukaan bumi melalui celah-celah atmosfer yang disebut dengan “ Jendela

Atmosfer ”. Jendela atmosfer yang sejak dahulu digunakan manusia adalah spektrum nampak. Spektrum ini mempunyai  $\lambda$  0,4-0,7  $\mu\text{m}$  dan sesuai dengan kepekaan mata manusia. Oleh karena itu penggunaan jendela atmosfer dengan spektrum tampak digunakan pertama kali oleh penginderaan jauh. Perkembangan selanjutnya, maka penggunaan jendela atmosfer pada spektrum lain digunakan sistem penginderaan jauh (Sugandi, 2010).

Jendela atmosfer merupakan celah-celah yang ada di atmosfer, karena bumi yang dikelilingi oleh lapisan udara diisi oleh material-material yang ringan. Material tersebut mempunyai diameter lebih kecil maupun lebih besar dari spektrum tampak, dimana material ini berperan sebagai penghambat masuknya spektrum tenaga elektromagnetik (Sugandi, 2010).

### **II.1.3 Hambatan dari Atmosfer**

Material-material yang melayang dan tersebar di atmosfer ini berfungsi untuk menghambat, menyerap dan memantulkan tenaga radiasi matahari. Oleh karena itu material ini disebut dengan hamburan. Atas dasar besarnya material dan fungsi dari material hamburan ini, maka hamburan diklasifikasikan menjadi : (1) Hamburan Rayleigh, (2) Hamburan Mie dan (3) Hamburan Non Selektif (Sutanto, 1986).

#### **II.1.3.1 Hamburan Rayleigh**

Hamburan ini terisi oleh material maupun unsur-unsur kimia yang sangat ringan seperti ; Nitrogen, Oksigen, Gas, Ozon dan sebagainya. Diameter dari hamburan ini lebih kecil dari spektrum tampak. Ini dicirikan dengan warna langit yang cerah kebiruan. Oleh karena butiran hamburan lebih kecil dibandingkan panjang

gelombang pada spektrum tampak banyak tersebar pada saluran biru ( $\lambda$  0,4 - 0,5  $\mu\text{m}$ ). Lillesand dan Kiefer (1979) menyebutkan bahwa hamburan Rayleigh menyebabkan foto hitam putih nampak berkabut, sedangkan pada foto berwarna memberikan warna abu kebiruan yang mengurangi ketajaman objek pada foto. Meskipun di atmosfer sendiri memberikan warna kebiruan yang menunjukkan keadaan atmosfer cerah (Sutanto, 1986).

### **II.1.3.2 Hamburan Mie**

Hamburan ini terisi oleh material-material yang diameternya hampir sama dengan spektrum tampak, karena inti kebiruan ini menempati lapisan atmosfer yang tersebar dibawah hamburan Rayleigh. Hamburan ini terdiri dari debu, kabut, asap dan sebagainya. Hal ini dicirikan dengan warna langit yang cerah keputihan. Hamburan Mie banyak tersebar pada saluran hijau (Sutanto, 1986).

### **II.1.3.3 Hamburan Non Selektif**

Hamburan ini memiliki diameter material yang lebih besar dari spektrum tampak dengan material seperti : debu, asap, uap air,  $\text{CO}_2$  dan sebagainya. Hamburan ini dicirikan dengan warna langit yang gelap (awan Kumulonimbus) (Sutanto, 1986).

Ini mempunyai fungsi yang berbeda tergantung dari unsur kimia atau material yang dikandungnya. Kandungan material atau unsur kimia ini dapat berubah tergantung kondisi dari permukaan bumi. Artinya bahwa ketiga hamburan yang tersebar di atmosfer bila semakin banyak hamburan non selektif memungkinkan terjadinya penutupan atmosfer bagian bawah, sedangkan dengan unsur kimia tersebut mempengaruhi tingkat penyebaran matahari. Penyebaran hamburan ini semakin

luas akan mendesak hamburan yang lebih ringan, sehingga akan menambah atau memperluas jendela atmosfer, terutama hamburan yang mengandung unsur C (karbon), karena C memiliki bejar jenis (BJ) yang berbeda, sehingga menempati atmosfer bagian bawah. Unsur ini dapat bersenyawa dengan unsur  $O$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  dan sebagainya (Sutanto, 1986).

#### **II.1.4 Macam-Macam Koreksi**

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra terbagi 2 yaitu ada citra yang bersifat analog dan ada citra yang bersifat digital. Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, hasil CT Scan dll. Sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer (Ruang Presisi, 2018).

Untuk keperluan penginderaan jauh, sebuah citra dari satelit maupun foto udara harus terlebih dahulu melewati suatu kegiatan yang disebut pre-processing untuk kemudian informasi yang terdapat padanya dapat diambil. Kegiatan pre-processing sangatlah penting agar informasi yang diambil dari suatu citra tidak salah, sehingga dapat menimbulkan perselisihan pada kemudian hari. Pre-processing ini dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu koreksi geometrik dan koreksi radiometrik (Ruang Presisi, 2018).

##### **II.1.4.1 Koreksi Geometrik**

Koreksi geometrik dipicu karena adanya beberapa kesalahan seperti kesalahan eksternal meliputi distorsi dari geometri ke detektor, Distorsi sistem optik; Variations in Platform Altitude, Velocity and Attitude dan geometri sensor serta kesalahan internal meliputi ukuran pixel medan, pengaruh kelengkungan bumi,

pengaruh rotasi bumi, pengaruh relief topografi (panoramic distortion) (Ruang Presisi, 2018).

#### **II.1.4.2 Koreksi Radiometrik**

Belum adanya sistem remote sensing yang sempurna. Sensor pada sistem remote sensing tidak dapat merekam seluruh fenomena pada atmosfer, daratan, dan lautan yang sangat kompleks. Selain itu juga terdapat sumber internal dan eksternal error. Internal errors yang disebabkan oleh sistem remote sensing/instrumentation error. Pada umumnya sistematis (dapat diprediksi). Sehingga memungkinkan untuk diidentifikasi dan diperbaiki dengan menggunakan hasil kalibrasi (sebelum peluncuran dan periodik), misal: striping Band 5 Landsat 5. Sedangkan, external errors yang disebabkan oleh berbagai fenomena yang terjadi di alam meliputi ruang dan waktu. Faktor External yang menyebabkan error pada data meliputi: gangguan atmosfer, kondisi terrain permukaan bumi, viewing geometry dll. Umumnya diperbaiki dengan hubungan empiris antara nilai di sensor dengan pengukuran lapangan (Ruang Presisi, 2018).

#### **II.2 Citra Landsat 8**

USGS mempublikasikan, satelit landsat 8 terbang dengan ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area scan seluas 170 km x 183 km (mirip dengan landsat versi sebelumnya). NASA sendiri menargetkan satelit landsat versi terbarunya ini mengemban misi selama 5 tahun beroperasi (sensor OLI dirancang 5 tahun dan sensor TIRS 3 tahun). Tidak menutup kemungkinan umur produktif landsat 8 dapat lebih panjang dari umur yang dicanangkan sebagaimana terjadi pada

landsat 5 (TM) yang awalnya ditargetkan hanya beroperasi 3 tahun namun ternyata sampai tahun 2012 masih bisa berfungsi (Widjaji dan Handayani, 2014).

Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan landsat 7. Jenis kanal, panjang gelombang dan resolusi spasial setiap band pada landsat 8 dibandingkan dengan landsat 7 seperti tertera pada tabel di bawah (Widjaji dan Handayani, 2014):

**Tabel 2.1** Perbandingan band landsat 7 dan 8 (USGS. 2017)

Landsat – 7 ETM + Bands (µm)			Landsat – 8 OLI dan TIRS Bands (µm)		
			30 m Coastal/Aerosol	0.435-0.451	Band 1
Band 1	30 m Blue	0.441-0.514	30 m Blue	0.452-0.512	Band 2
Band 2	30 m Green	0.519-0.601	30 m Green	0.533-0.590	Band 3
Band 3	30 m Red	0.631-0.692	30 m Red	0.636-0.673	Band 4
Band 4	30 m NIR	0.772-0.898	30 m NIR	0.851-0.879	Band 5
Band 5	30 m SWIR-1	1.547-1.749	30 m SWIR-1	1.566-1.651	Band 6
Band 6	60 m TIR	10.31-12.36	100 m TIR-1	10.60-11.19	Band 10
			100 m TIR-2	11.50-12.51	Band 11
Band 7	30 m SWIR-2	2.064-2.345	30 m SWIR-2	2.107-2.294	Band 7
Band 8	15 m Pan	0.515-0.896	15 m Pan	0.503-0.676	Band 8
			30 m Cirrus	1.363-1.384	Band 9

### II.3 Land Surface Temperature (LST)

*Land Surface Temperature* (LST) atau suhu permukaan tanah ialah keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, dan sifat termal dari permukaan (Becker & Li, dalam Riyadhhi dkk, 2017). Temperatur permukaan tanah

atau *Land Surface Temperature* (LST) merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan, dan media bawah permukaan tanah (Riyadhi dkk, 2017). LST merupakan variabel klimatologis yang utama yang termasuk dalam salah satu parameter kunci keseimbangan energi pada permukaan. Besarnya LST tergantung dari kondisi parameter permukaan seperti kelembapan permukaan dan penutup lahan serta kondisi vegetasi. Penggunaan lahan (*landuse*) dari suatu daerah dapat digunakan untuk memperkirakan nilai suhu permukaan tanah (Widjaja, 2014).

Landsat 8 adalah salah satu dari seri Landsat NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Data Landsat 8 adalah tersedia dalam USGS (*United States Geological Survey*) situs *Earth Explorer* bebas biaya. Landsat 8 gambar satelit seluruh bumi sekali dalam 16 hari. Landsat 8 menyediakan metadata dari band seperti termal konstan, nilai faktor rescaling dll, yang dapat digunakan untuk perhitungan seperti LST. Kanal (band), panjang gelombang dan resolusi dari Landsat 8 adalah seperti yang diberikan dalam tabel 2.3.

**Tabel 2. 2** Karakteristik Landsat 8 (Widjaja, 2014)

<b>Kanal (Band)</b>	<b>Panjang Gelombang (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Keterangan</b>
1- aerosol pesisir	0.43-0.45	Studi aerosol dan wilayah pesisir
2- biru	0.45-0.51	Pemetaan batimetrik, membedakan tanah dari vegetasi dan daun dari vegetasi konifer
3- hijau	0.53-0.59	Memepertegas puncak vegetasi untuk menilai kekuatan vegetasi
4- merah	0.64- 0.67	Membedakan sudut vegetasi
5- inframerah dekat ( <i>near infrared (NIR)</i> )	0.85-0.88	Menekankan konten biomassa dan garis pantai
6- <i>short wave infrared (SWIR 1)</i>	1.57-1.65	Mendikriminasikan kadar air tanah dan vegetasi; menembus awan tipis
7- <i>short wave infrared (SWIR 2)</i>	2.11-2.29	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi dan penetrasi awan tipis
8- pankromatik	0.50-0.68	Resolusi 15 m, penajaman citra
9- sirrus	1.36-1.68	Peningkatan deteksi awan sirrus yang terkontaminasi
10- TIRS 1	10.60-11.19	Resolusi 100 m, pemetaan suhu dan perhitungan kelembapan tanah
11- TIRS 2	11.15-12.51	Resolusi 100 m, peningkatan pemetaan suhu dan penghitungan kelembapan tanah

Suhu Permukaan dapat di estimasi dengan beberapa data seperti nilai brightness temperature yang di turunkan dari nilai TOA *Reflectance* band 10 (inframerah termal) dan band 11(inframerah termal) pada sensor TIRS citra landsat 8 serta nilai LSE (*land surface emissivity/* emisivitas permukaan lahan) yang diturunkan dari nilai FVC (*fractional vegetation cover /*pecahan tutupan vegetasi) dari band 4 (merah) dan band 5 (inframerah dekat) pada sensor OLI citra Landsat 8, dengan data tersebut yang nantinya akan mengetahui estimasi dari LST (Widjaja, 2014). Untuk memperoleh nilai LST dilakukan dengan tahap berikut (Anandababu, dkk, 2018):

### 1. *Top of Atmosphere (TOA) Radiance*

Menggunakan *radiance rescaling factor*, *Thermal Infra-Red Digital Numbers* konversi ke *TOA spectral radiance*. Persamaan ini juga terdapat di *manual handbook Landsat 8 (USGS, 2019)*.

$$L\lambda = (ML * Qcal) + AL \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$L\lambda$  = *TOA spectral radiance (Watts/ (m<sup>2</sup> \* sr \* μm))*

$ML$  = *Radiance multiplicative Band (No.)*

$AL$  = *Radiance Add Band (No.)*

$Qcal$  = *Quantized and calibrated standard product pixel values (DN)*

### 2. *Top of Atmosphere (TOA) Brightness Temperature*

Data *Spectral radiance* konversi ke *top of atmosphere (TOA) brightness temperature* menggunakan nilai konstan di file metadata *thermal*. Persamaan ini juga terdapat di *manual handbook Landsat 8 (USGS, 2019)*.

$$BT = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} - 273.15 \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$BT$  = *Top of atmosphere brightness temperature (°C)*

$L\lambda$  = *TOA spectral radiance (Watts/( m<sup>2</sup> \* sr \* μm))*

$K1$  = *K1 Constant Band (No.)*

$K2$  = *K2 Constant Band (No.)*

### 3. *Normalized Differential Vegetation Index (NDVI)*

*Normalized Differential Vegetation Index (NDVI)* adalah menghitung standar indeks vegetasi menggunakan band *Near Infra-red (Band 5)* dan *Red (Band 4)*.

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

RED= *DN values from the RED band*

NIR= *DN values from Near-Infrared band*

Nilai NDVI berkisar 1 hingga -1. Menurut Sobrino dalam Nurgiantoro dan Aris, 2019, klasifikasi nilai NDVI < 0.2 representatif sebagai pixel dari bare soil, dan NDVI > 0.5 dianggap sebagai tanaman bervegetasi penuh. Sedangkan untuk mixed pixels berada pada rentang  $0.2 \leq NDVI \leq 0.5$ .

**4. Land Surface Emissivity (LSE)**

*Land surface emissivity* (LSE) adalah emisivitas rata-rata permukaan dari permukaan bumi dari perhitungan nilai NDVI. Sebelum itu perlu menghitung nilai *Proportion of Vegetation* yakni nilai fraksi vegetasi.

$$PV = \left[ \frac{(NDVI-NDVI \min)}{(NDVI \max+NDVI \min)} \right]^2 \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

PV = *Proportion of Vegetation*

NDVI = *DN values from NDVI Image*

NDVI min = *Minimum DN values from NDVI Image*

NDVI max = *Maximum DN values from NDVI Image*

$$\epsilon = (0.004 * PV) + 0.986 \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

E = *Land Surface Emissivity*

PV = *Proportion of Vegetation*

Nilai konstanta 0.004 dan 0.986 didapatkan dari nilai emisivitas vegetasi dan emisivitas tanah sebagai berikut (Sobrino dalam Nurgiantoro dan Aris, 2019).

$$\begin{aligned} \epsilon &= mP_v + n \\ m &= \epsilon_v - \epsilon_s - (1 - \epsilon_s) F\epsilon_v \\ n &= \epsilon_s + (1 - \epsilon_s) F\epsilon_v \end{aligned}$$

$\epsilon_s$ , emisivitas soil (0,97)  
 $\epsilon_v$ , emisivitas vegetasi (0,99)  
 $F$ , shape factor (0,55)

### 5. Land Surface Temperature (LST)

Land Surface Temperature (LST) adalah nilai radiasi yg dihitung dengan menggunakan *Top of atmosphere brightness temperature*, gelombang cahaya yang dipancarkan, *Land Surface Emissivity*.

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(\frac{W(BT)}{14380}\right)} + \ln(E) \dots\dots (8)$$

Dimana:

BT = *Top of atmosphere brightness temperature* (°C)

W = *Wavelength of emitted radiance*

E = *Land Surface Emission*

Nilai konstanta 14380 adalah  $\rho$  di peroleh dari konstanta Plank's dan Boltzman (Sobrino dalam Nurgiantoro dan Aris, 2019).

$$\rho = \frac{h x c}{\sigma}$$

$\sigma$  = konstanta Boltzmann ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/K)  
 $h$  = konstantan Planck's ( $6.626 \times 10^{-34}$  J s)  
 $c$  = adalah kecepatan cahaya ( $2.998 \times 10^8$  m/s)

\*konstanta ML, AL, K1, dan K2 terdapat di file metadata citra

#### **II.4 Citra Penyiam (*Scanning*) Termal**

Keberhasilan interpretasi citra termal telah dicapai di dalam berbagai bidang terapan. Interpretasi ini meliputi berbagai tugas seperti penentuan tipe batuan dan struktur, penentuan lokasi patahan geologis, pemetaan tipe tanah dan kelembapan tanah, penentuan karakteristik termal gunung api, studi evapotransportasi vegetasi, penentuan lokasi mata air, dan studi lainnya. Sebagian besar pelaksanaan penyiaman termal dalam pemetaan geologi dan tanah ialah bersifat kuantitatif. Dalam kasus seperti ini, biasanya tidak diperlukan untuk mengetahui suhu absolut medan dan emisivitasnya, tetapi secara sederhana dengan mempelajari perbedaan suhu pancaran dalam satu citra. Meskipun demikian, beberapa pelaksanaan penyiaman termal memerlukan analisis data kuantitatif agar dapat menentukan suhu absolut (Lillesand dan Kiefer, 1990).

#### **II.5 Deteksi dan Pemetaan Panas Bumi dengan *Scanner* Inframerah Termal**

Data scanner inframerah termal biasanya memanfaatkan energi radiasi pantulan dan emisi pada dua jendela transmisi (3-5  $\mu\text{m}$ ) dan (8-14  $\mu\text{m}$ ). ada dua pendekatan utama dalam menerapkan data scanner ini untuk studi geologi, geomorfologi dan hidrologi dari litosfer yaitu (C.P. Lo, 1996):

1. Korelasi visual langsung dari data citra termal dengan kenampakan lapangan, dan;
2. Analisis kuantitatif dari citra termal yang sering diperlukan menggunakan model termal teoretik. Studi kasus berikut mengkaji dua pendekatan berbeda tersebut yang lebih mendalam.

Citra inframerah termal dapat menayangkan variasi temperature permukaan tanah dan paling efektif dalam memilih untuk mendapatkan target temperature tinggi seperti kawah vulkanik aktif, mata air panas dan kebakaran hutan. Kontras temperature dari target tersebut pada latar belakang adalah tinggi dan temperaturnya relative konstan berkenan dengan waktu. Berdasarkan pada hukum pergeseran Wien panjang gelombang emisi radiasi puncak berpindah pada panjang gelombangnya yang lebih pendek dengan peningkatan temperature benda hitam. Jadi panjang gelombang yang paling cocok untuk digunakan mendeteksi target temperature tinggi ini terletak pada wilayah 1,0-6,0  $\mu\text{m}$  (Shilin, *et al.* 1969 dalam buku C.P. Lo, 1996). Masalah utama adalah untuk meyakinkan bahwa panas matahari dari sumber panas geothermal yang dideteksi.

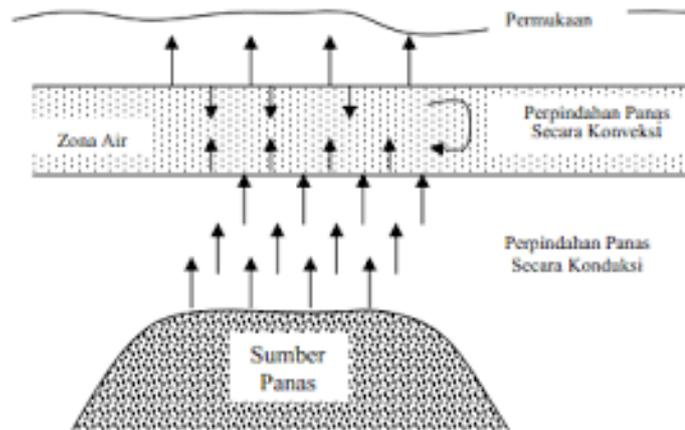
Pada seluruh kasus survei udara termal dikerjakan pada siang hari dan fotografi pankromatik juga dilaksanakan secara bersamaan. Dengan membandingkan citra inframerah termal dengan foto udara vulkan bersama-sama, maka dapat dihasilkan peta aktivitas termal untuk vulkan. Peta aktivitas termal menunjukkan areal dengan anomali termal tinggi. Dengan survei udara yang diulang dengan interval survei teratur, maka perubahan aktivitas termal vulkan dapat dipakai untuk memprediksi periode keaktifan vulkan. Namun, interpretasi tersebut dihambat oleh fakta bahwa survei udara inframerah termal dilakukan pada siang hari bila pemanasan matahari nya kuat. Selanjutnya direkomendasikan bahwa waktu paling baik untuk survei inframerah termal yaitu pada sore hari atau malam hari apabila tidak ada interferensi pemanasan matahari (C.P. Lo, 1996).

Pada sisi lain, inframerah termal akan lebih cocok untuk memantau aktivitas vulkan sekunder seperti fumarol, ventilasi gas, dan sebagainya, yang dicirikan khas oleh gunung api (*volcano*). Dengan deteksi kekuatan emisi total, maka perubahan posisi barisenter termal dan arah dari tingkat (*level*) radiasi, juga gradien termal melalui waktu, maka areal interaksi termal bersama-sama dengan berbagai macam sumber panas dapat di pantau (C.P. Lo, 1996).

## **II.6 Sistem Panas Bumi**

Energi panas bumi merupakan energi panas dari dalam bumi yang dibangkitkan oleh proses magmatisasi lempeng-lempeng tektonik. Besarnya potensi cadangan suatu lapangan panas bumi dapat digambarkan dengan beberapa parameter reservoir seperti temperature, tekanan dan entalpi yang mempresentasikan energi termal yang terkandung di dalam fluida reservoir tersebut (Sulpiani, 2013).

System panas bumi merupakan energi yang tersimpan dalam bentuk air panas atau uap panas pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. System panas bumi meliputi panas dan fluida yang memindahkan panas mengarah ke permukaan. Adanya konsentrasi energi panas pada system panas bumi umumnya dicirikan oleh adanya anomali panas yang dapat terekam dipermukaan, yang ditandai dengan gradien temperature yang tinggi (Sulpiani, 2013).



**Gambar 2. 3** Perpindahan panas di bawah permukaan (Saptadji, 2001)

Sistem panas bumi di Indonesia umumnya merupakan system hidrotermal yang mempunyai temperature tinggi ( $>225^{\circ}\text{C}$ ), hanya beberapa diantaranya yang mempunyai temperature sedang ( $150\text{-}225^{\circ}\text{C}$ ). Sistem panas bumi mencakup system hidrotermal merupakan system tata-air, proses pemanasan dan kondisi system dimana air yang terpanasi terkumpul. Fluida air panas bumi berasal dari air permukaan (meteoric air) kedalam batu dibawah permukaan melalui celah-celah atau permeabel batu. Dalam reservoir, air dari permukaan akan kontak dengan batu panas. Karena air panas lebih ringan dari air dingin, maka air panas akan cenderung bergerak ke atas melalui celah atau batuan permeabel, dan kemudian akan muncul di permukaan sebagai sumber air panas, geyser, dan lain-lain (Sulpiani, 2013).

## **II.7 Mata Air Panas atau Hangat**

Manifestasi panas bumi pada daerah penelitian adalah mata air panas/hangat. Mata air panas/hangat merupakan salah satu petunjuk adanya sumber daya panas bumi di bawah permukaan. Mata air panas/hangat ini terbentuk karena adanya aliran air panas/hangat dari bawah permukaan melalui rekahan-rekahan batuan. Istilah

“hangat” digunakan bila temperature air lebih kecil dari 50°C dan istilah “panas” digunakan bila temperature air lebih besar dari 50°C (Saptadji, 2001 dalam Anas, 2019).

Sifat air permukaan seringkali digunakan untuk memperkirakan jenis reservoir di bawah permukaan. Mata air panas yang bersifat asam biasanya merupakan manifestasi permukaan dari suatu system panas bumi yang didominasi uap. Sedangkan mata air panas yang bersifat netral biasanya merupakan manifestasi permukaan dari suatu system panas bumi yang didominasi air. Mata air panas yang bersifat netral, yang merupakan manifestasi permukaan dari system dominasi air, umumnya jenuh dengan silika. Apabila laju aliran air panas tidak terlalu besar umumnya di sekitar mata air panas tersebut terbentuk teras-teras silika yang berwarna keperakan (*silicasinter terraces* atau *sinter platforms*). Bila air panas banyak mengandung *Carbonate* maka akan terbentuk teras-teras *travertine* (*travertine terrace*). Namun di beberapa, yaitu di kaki gunung, terdapat mata air panas yang bersifat netral yang merupakan manifestasi permukaan dari suatu system panas bumi dominasi uap (Saptadji, 2001 dalam Anas, 2019).