



TUGAS AKHIR - RG 141536

# **VALIDASI PRODUK REFLEKTAN PERMUKAAN LANDSAT-8 MENGGUNAKAN DATA IN-SITU (Studi Kasus : Danau Kasumigaura, Jepang)**

ERIKA YUNIAR TYASTITI  
NRP 0331 1440000 005

Dosen Pembimbing  
Lalu Muhamad Jaelani, S.T, M.Sc, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember





TUGAS AKHIR - RG 141536

# **VALIDASI PRODUK REFLEKTAN PERMUKAAN LANDSAT-8 MENGGUNAKAN DATA IN-SITU (Studi Kasus: Danau Kasumigaura, Jepang)**

ERIKA YUNIAR TYASTITI  
NRP 0331 1440000 005

Dosen Pembimbing  
Lalu Muhamad Jaelani, S.T, M.Sc, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

# **VALIDATION OF LANDSAT-8 SURFACE REFLECTANCE PRODUCT USING IN-SITU DATA (Case Study :Kasumigaura Lake, Japan)**

ERIKA YUNIAR TYASTITI  
NRP 0331 1440000 005

Supervisors  
Lalu Muhamad Jaelani, S.T, M.Sc, Ph.D

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering Environmental and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

**VALIDASI PRODUK REFLEKTAN PERMUKAAN  
LANDSAT-8 MENGGUNAKAN DATA IN-SITU  
(Studi Kasus : Danau Kasumigaura, Jepang)**

Nama Mahasiswa : Erika Yuniar Tyastiti  
NRP : 03311440000005  
Departemen : Teknik Geomatika  
Dosen Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani, S.T, M.Sc, Ph.D

**ABSTRAK**

Koreksi atmosfer merupakan proses yang sangat penting karena efek atmosfer mampu mempengaruhi gelombang elektromagnetik dari matahari ke objek dan dari objek ke sensor yang menyebabkan terjadinya kesalahan pada data citra. Salah satu metode koreksi atmosfer yang sering digunakan adalah metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Solar Spectrum-Vector*). Landsat-8 adalah citra satelit yang sering dimanfaatkan karena kemudahan perolehan data yang bersifat gratis. Pada tanggal 23 Desember 2014, USGS mengeluarkan produk level tinggi untuk *surface reflectance (Reflectance-BOA)*. Dengan keluarnya produk ini, maka kendala koreksi atmosfer yang harus dilakukan menjadi berkurang. Namun, belum diketahui seberapa besar tingkat akurasi dari produk ini.

Pada penelitian ini akan dilakukan uji akurasi dari produk Landsat-8 *surface reflectance* menggunakan data in-situ *Remote sensing reflectance (R<sub>rs</sub> (λ))* dan *Suspended Solid* yang direkam secara langsung di 5 (lima) stasiun sepanjang Danau Kasumigaura, Jepang. Sebagai perbandingan, data tersebut akan dibandingkan dengan data Landsat-8 yang dikoreksi dari efek atmosfer menggunakan metode 6SV.

Dari hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa nilai  $Rrs(\lambda)$ -6SV dan  $Rrs(\lambda)$ -SR memiliki nilai yang lebih tinggi dari  $Rrs(\lambda)$ -insitu di sepuluh stasiun. Sedangkan untuk korelasinya ( $R^2$ )  $Rrs(\lambda)$ -SR memiliki korelasi lebih tinggi yaitu sebesar 0,926 dibandingkan dengan  $Rrs(\lambda)$ -6SV yang hanya 0,123. Besarnya NMAE serta RMSE yang dihasilkan  $Rrs(\lambda)$ -6SV dan  $Rrs(\lambda)$ -SR ini secara berturut-turut adalah 140,262%; 0,012 dan 140,061%; 0,008.

*Kata Kunci*—Koreksi Atmosfer, 6SV,Landsat-8 *Surface Reflectance*, *SS*,  $Rrs(\lambda)$

**VALIDATION OF LANDSAT-8 SURFACE  
REFLECTANCE PRODUCT USING IN-SITU DATA  
(Case Study : Lake Kasumigaura, Japan)**

Name : Erika Yuniar Tyastiti  
NRP : 03311440000005  
Department : Geomatics Engineering  
Supervisor : Lalu Muhamad Jaelani, S.T, M.Sc,Ph.D

**ABSTRACT**

*The atmospheric correction is important process because the atmosphere affect the propagation of electromagnetic waves from the sun to the object and from the object to the sensor causing errors in the imagery data. One of the most common methods of atmospheric correction is the 6SV (Second Simulation of the Sensor Signal in the Solar Spectrum-Vector). Landsat-8 is a frequently used satellite imagery due to the ease of obtaining data. On December 23, 2014, the USGS issued a high level product for surface reflectance (Reflectance-BOA). With the release of this product, the constraints of atmospheric correction must be reduced.*

*This research will test the accuracy of Landsat-8 surface reflectance product using in-situ data of Reflectance Remote sensing ( $R_{rs}(\lambda)$ ) and Suspended Solid those directly recorded at 5 (five) stations within Lake Kasumigaura, Japan. In comparison, the data will be compared with Landsat-8 data corrected from atmospheric effects using correction parameters from the simulation results using the 6SV method.*

*The result shows that the value of  $R_{rs}(\lambda)$  -6SV and  $R_{rs}(\lambda)$ -SR have higher value than  $R_{rs}(\lambda)$  insitu. As for the correlation ( $R^2$ )  $R_{rs}(\lambda)$ -SR has a higher correlation i.e 0.926 compared with  $R_{rs}(\lambda)$  -6SV which is only 0.123. The magnitude of NMAE and RMSE*

*produced by  $R_{rs}(\lambda)$ -6SV and  $R_{rs}(\lambda)$ -SR are 140.262%; 0.012 and 140.061%; 0.008.*

*Keywords- Atmospheric Correction, 6SV, Landsat-8 Surface Reflectance, SS,  $R_{rs}(\lambda)$*

## HALAMAN PENGESAHAN

### VALIDASI PRODUK REFLEKTAN PERMUKAAN LANDSAT-8 MENGGUNAKAN DATA IN-SITU (Studi Kasus : Danau Kasumigaura, Jepang)

#### TUGAS AKHIR

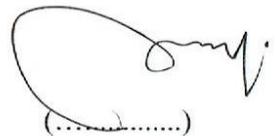
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ERIKA YUNIAR TYASTITI**  
NRP. 0331144000005

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Lalu M. Jaelani, S.T, M.Sc, Ph.D  
NIP. 19801221 200312 1 001



***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhir yang berjudul berjudul “**Validasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat-8 Menggunakan Data In-situ (Studi Kasus : Danau Kasumigaura, Jepang)**” dengan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir penulis ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Munarti, Ibu Mukharomaini Khikmah, Ibu Mujiati dan Bapak Sigit Utomo, orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan restu kelancaran pada penelitian ini.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Lalu M. Jaelani, S.T, M.Sc, Ph.D,selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Bapak Khomsin, S.T., M.T.selaku dosen wali penulis. Terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah Bapak berikan.
5. Teman-teman S.94 sertaangkatan 2014 selaku teman seangkatan penulis yang telah memberi dukungan dan doa.
6. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis.

Karena tanpa bantuan dari pihak-pihak tersebut, penulis tidak dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis merasa masih banyak kekurangan-kekurangan baik pada teknis penulisan maupun sumber materi yang didapat. Maka dari itu

penulis memohon maaf jika masih ada kesalahan yang terdapat pada proposal ini, selain itu penulis mengharapkan adanya saran atau kritik demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir yang telah dibuat.

Surabaya, 8 Mei 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kondisi Umum Danau Kasumigaura.....	5
2.2 <i>Suspended Solid (SS)</i> .....	7
2.3 Teknologi Penginderaan Jauh untuk Mendeteksi Karakteristik Spektral <i>SS</i> .....	7
2.4 Koreksi Radiometrik.....	9
2.4.1 Kalibrasi Radiometrik.....	10
2.4.2 Koreksi Atmosfer.....	12
2.5 Landsat-8.....	15
2.6 <i>Landsat Surface Reflectance</i> .....	19
2.7 Data <i>In-situ</i> .....	21
2.8 Analisa Statistik.....	25
2.9 Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III.....	31
METODOLOGI.....	31
3.1 Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Data dan Peralatan.....	31
3.2.1 Data.....	31
3.2.2 Peralatan.....	32

3.3 Metodologi Pekerjaan.....	33
3.3.1 Tahapan Penelitian.....	33
3.3.2 Tahapan Pengolahan Data.....	35
BAB IV.....	39
HASIL DAN ANALISA.....	39
4.1 Pemotongan Citra ( <i>Cropping</i> ).....	39
4.2 Koreksi Radiometrik.....	40
4.2.1 Kalibrasi Radiometrik.....	40
4.2.2 Koreksi Atmosfer.....	42
4.3 Konversi Reflektan BOA ke $Rrs(\lambda)$ .....	44
4.4 Dikali dengan bilangan skala faktor.....	46
4.5 Validasi Produk $Rrs(\lambda)$ -6SV dan $Rrs(\lambda)$ -SR.....	49
4.6 Distribusi Estimasi <i>Suspended Solid</i> .....	52
BAB V.....	61
KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lokasi Danau Kasumigaura, Jepang .....	5
Gambar 2.2. Pengaruh Atmosfer terhadap Data Citra (Jaelani 2014) ...	14
Gambar 2.3. Gambaran pencitraan permukaan Bumi dengan satelit LDCM (Landsat-8) di orbit (General Dynamics 2016).....	17
Gambar 2.4. Grafik koefisien determinasi .....	25
Gambar 3.5. Lokasi Penelitian dan Sebaran Titik Sampel .....	31
Gambar 4.6. Citra Landsat-8 L1T .....	39
Gambar 4.7. Citra Landsat-8 Danau Kasumigaura .....	39
Gambar 4.8. Citra Landsat-8L1T Dalam Format DN .....	41
Gambar 4.9. Citra Landsat-8 L1T Dalam Format Radian.....	42
Gambar 4.10. Citra Landsat-8 L1T Dalam Format Reflektan.....	45
Gambar 4.11. Citra Landsat-8 L1T Dalam Format $Rrs(\lambda)$ .....	46
Gambar 4.12. Citra Landsat-8 SR sebelum dikalibrasi .....	47
Gambar 4.13. Citra Landsat-8 SR setelah dikalibrasi .....	48
Gambar 4.14. Perbandingan $Rrs(\lambda)$ in-situ , $Rrs(\lambda)$ -6SV, $Rrs(\lambda)$ -SR ....	50
Gambar 4.15. Perbandingan Grafik antara insitu SS dan $Rrs(\lambda)$ .....	53
Gambar 4.16. Grafik Distribusi SS antara SSEstimasi dan Insitu.....	54
Gambar 4.17. Peta Distribusi SS-6SV Tanggal 12 Maret 2014 .....	55
Gambar 4.18. Peta Distribusi SS-6SV Tanggal 27 Oktober 2016.....	56
Gambar 4.19. Peta Distribusi SS-SR Tanggal 12 Maret 2014.....	58
Gambar 4.20. Peta Distribusi SS-SR Tanggal 27 Oktober 2016 .....	59

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter – parameter Orbit Satelit Landsat 8 .....	17
Tabel 2.2. Spesifikasi Kanal Citra Landsat 8 .....	18
Tabel 2.3. Spesifikasi kanal reflektan-permukaan Landsat-8 (USGS 2015) .....	20
Tabel 2.4. Interpretasi Koefisien Korelasi .....	26
Tabel 3.5. Data Citra Satelit Landsat-8 .....	32
Tabel 3.6. Data in-situ TSS Danau Kasumigaura .....	32
Tabel 4.7. Statistik Citra Landsat-8 L1T Format DN .....	41
Tabel 4.8. Statistik Citra Landsat-8 L1T tanggal 12 Maret 2014 .....	42
Tabel 4.9. Kondisi dan Parameter Koreksi Atmosferik 6SV .....	43
Tabel 4.10. Tabel Parameter Hasil Koreksi Atmosfer .....	44
Tabel 4.11. Statistik Refletan Band 1 .....	45
Tabel 4.12. Statistik $Rrs(\lambda)$ Band 1 .....	46
Tabel 4.13. Statistik SR Band 1 sebelum dikalibrasi .....	47
Tabel 4.14. Statistik SR Band 1 setelah dikalibrasi .....	48
Tabel 4.15. Hasil perhitungan data $Rrs(\lambda)$ in-situ dengan $Rrs(\lambda)$ -SR .....	49
Tabel 4.16. Hasil perhitungan data $Rrs(\lambda)$ in-situ dengan $Rrs(\lambda)$ -6SV ...	50
Tabel 4.17. Perbandingan Konsentrasi SS perkiraan dan SS insitu .....	54
Tabel 4.18. Hasil perhitungan $R^2$ , $RMSE$ , dan $NMAE$ dari SS .....	54

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Danau Kasumigaura merupakan danau terbesar kedua di Jepang dengan luas area 167.63 km<sup>2</sup> yang terletak di dataran Prefektur Ibaraki Selatan. Pada tahun 2010 terdapat sekitar 973.000 orang yang tinggal di sekitar wilayah danau ini (Souma 2016). Pemanfaatan air pada danau ini terbagi untuk pertanian, industri, dan persediaan air umum. Danau ini sangat dangkal karena kedalaman rata-ratanya hanya 4 meter (Souma 2016). Untuk alasan ini, Kasumigaura berisiko tinggi mengalami polusi. Oleh karena itu, butuh suatu usaha pemantauan kualitas perairan secara efektif dan efisien. Salah satu parameter kualitas perairan yang dapat digunakan adalah *Suspended Solid (SS)*. Belakangan ini teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk memantau kualitas perairan. Ketersediaan data spasial saat ini sangat banyak tetapi belum semua memiliki kualitas data yang baik. Data citra satelit awal yang belum diolah biasanya mengandung *noise*/gangguan yang ditimbulkan oleh sistem (Lillesand 1990). Gangguan/ *noise* dapat menambah atau mengurangi nilai reflektan objek di permukaan bumi sehingga diperlukan koreksi radiometrik untuk memperbaiki pantulan spektrumnya. Gangguan atmosfer sangat berpengaruh terhadap pantulan saluran biru (0,452 – 0,512 $\mu$ m) karena panjang gelombang saluran biru mudah terganggu oleh keadaan atmosfer seperti *haze*, aerosol, awan tipis, dan sejenisnya (Robinson 1985). Untuk dapat menghilangkannya maka diperlukan proses koreksi atmosfer.

Koreksi atmosfer merupakan proses yang sangat penting karena efek atmosfer mampu mempengaruhi gelombang elektromagnetik dari matahari ke objek dan dari objek ke sensor yang menyebabkan terjadinya kesalahan pada data citra, dimana data citra yang diperoleh dengan data yang

diinginkan tidak sama (Jaelani 2016). Salah satu metode koreksi atmosfer yang sering digunakan adalah metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Solar Spectrum-Vector*). Metode ini bekerja dengan cara memasukkan beberapa parameter seperti *geometrical condition, atmospheric model, target and sensor altitude, spectral condition, ground reflectance* dan *signal*. Karena banyaknya parameter yang harus dimasukkan maka proses ini cukup terbilang rumit dan menyulitkan bagi para peneliti. Produk citra penginderaan jauh cukup banyak jenisnya dan sering dibedakan berdasarkan resolusi spasialnya. Landsat-8 adalah citra satelit yang sering dimanfaatkan karena kemudahan perolehan data yang bersifat gratis. Pada tanggal 23 Desember 2014, USGS mengeluarkan produk level tinggi untuk *surface reflectance (Reflectance-BOA)*. Dengan keluarnya produk ini, maka kendala koreksi atmosfer yang harus dilakukan untuk mengubah *reflectance at satellite (reflectance-TOA)* menjadi *surface reflectance*, menjadi berkurang. Namun, belum diketahui seberapa besar tingkat akurasi dari produk ini.

Pada penelitian sebelumnya (Jaelani dkk 2015) telah melakukan uji akurasi produk reflektan-permukaan Landsat TM-5 yang dikeluarkan oleh USGS dengan menggunakan data reflektan (dalam hal ini, *remote-sensing reflectance* ( $\lambda$ )) yang direkam di Danau Kasumigaura, Jepang pada delapan stasiun pengamatan. Dari penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa akurasi produk reflektan-permukaan Landsat TM-5 yang dikeluarkan USGS hanya sebesar 59,7% yang artinya masih belum cukup memadai untuk bisa digunakan secara langsung. Pada penelitian kali ini akan dilakukan validasi (uji akurasi) produk reflektan-permukaan Landsat-8 yang dikeluarkan oleh USGS dengan menggunakan data reflektan (dalam hal ini, *remote-sensing reflectance*( $\lambda$ )) yang direkam secara langsung dilapangan (*in-situ*) beserta pengaruhnya terhadap estimasi penentuan *Suspended*

*Solid(SS)*. Metode yang digunakan tidak jauh berbeda dengan yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Sebagai perbandingan, data tersebut akan dibandingkan dengan data Landsat yang dikoreksi dari efek atmosfer menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum - Vector (6SV)* dengan data masukan dari parameter cuaca.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu :

- a. Bagaimana perbandingan hasil antara reflektan-permukaan Landsat-8 yang dikoreksi dengan 6SV (SR-6SV), reflektan-permukaan Landsat-8 dari USGS (SR) dengan data *in-situ*?
- b. Apakah produk reflektan-permukaan Landsat-8 dari USGS sudah memenuhi standar untuk dapat digunakan secara langsung?
- c. Bagaimana pengaruh produk SR-6SV dan SR terhadap estimasi penentuan konsentrasi *SS*?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

- a. Daerah yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini adalah Danau Kasumigaura yang terletak di Negara Jepang.
- b. Data yang digunakan adalah Citra Satelit Landsat-8 level 1T tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016 dan Citra Satelit reflektan-permukaan Landsat-8 dari USGS tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016.
- c. Validasi yang dilakukan menggunakan data *Remote sensing reflectance (Rrs)* dan *Suspended Solid (SS)* yang diukur secara langsung di Danau Kasumigaura, Jepang tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016.

- d. Perekaman data *in-situ* dilakukan pada 5 stasiun yang berada di sepanjang Danau Kasumigaura.
- e. Hasil akhir penelitian berupa peta persebaran *SS* di Danau Kasumigaura.

#### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Membandingkan produk reflektan-permukaan Landsat-8 (SR) dan data Landsat yang dikoreksi dari efek atmosfer menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan 6SV (SR-6SV) dengan data *in-situ*.
- b. Melakukan analisis kelayakan produk reflektan-permukaan Landsat-8 yang dikeluarkan oleh USGS.
- c. Melakukan analisis pengaruh produk SR-6SV dan SR terhadap estimasi penentuan konsentrasi *SS*.

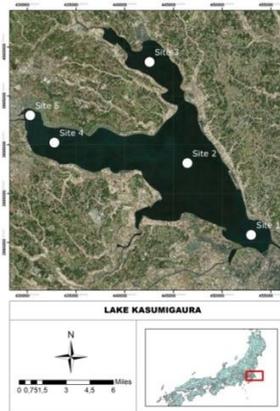
#### 1.5 Manfaat

Penelitian ini memberikan manfaat informasi mengenai tingkat keakuratan data dari produk reflektan-permukaan Landsat-8 yang dikeluarkan oleh USGS serta produk Landsat-8 yang dikoreksi sendiri menggunakan metode 6SV beserta pengaruhnya terhadap penentuan estimasi konsentrasi *SS*. Dengan demikian, para pengguna data dapat mengetahui produk mana yang lebih layak digunakan. Dikarenakan begitu pentingnya peran koreksi atmosfer dalam pengolahan suatu data citra satelit, diharapkan dengan penelitian ini dapat meminimalisir kesalahan-kesalahan yang biasanya terjadi akibat dari proses koreksi atmosfer yang tidak sempurna.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kondisi Umum Danau Kasumigaura

Danau Kasumigaura merupakan danau terbesar kedua di Jepang dengan luas area 167.63 km<sup>2</sup> yang terletak di dataran Prefektur Ibaraki selatan. Secara geografis Kasumigaura terletak pada koordinat 35°57'3,30"LU sampai dengan 36° 9'40,67"LU dan 140°11'52,06"BT sampai dengan 140°12'10,00"BT. Pada tahun 2010 terdapat sekitar 973.000 orang yang tinggal di sepanjang Daerah Aliran Sungai (Kaisekeko 2008).



Gambar 2.1. Lokasi Danau Kasumigaura, Jepang (USGS 2018)

Pemanfaatan air pada danau ini terbagi untuk pertanian, industri, dan persediaan air umum. Danau ini sangat dangkal karena kedalaman rata-ratanya hanya sekitar 4 meter. Untuk alasan ini, Kasumigaura berisiko tinggi mengalami polusi. Sejak awal danau ini menarik perhatian karena perannya yang besar sebagai sumber penting untuk pengembangan daerah-daerah disekitarnya. Danau Kasumigaura juga diharapkan dapat mendukung

pembangunan ekonomi Ibaraki dan wilayah metropolitan sebagai sumber air yang berharga. Namun, ekonomi yang dikembangkan menyebabkan kemerosotan kualitas air danau.

Dalam rangka pemeliharaan kualitas air di danau ini, Pemerintah Prefektur Ibaraki telah menempatkan pemurnian air Danau Kasumigaura pada administrasi prefektur yang penting dan telah menyusun rencana Konservasi Mutu Air Danau Kasumigaura untuk 30 tahun. Rencananya terdiri dari berbagai upaya yaitu pengelolaan air limbah rumah tangga, pengelolaan limbah ternak, ukuran pertanian, dan lain-lain. Prefektur Ibaraki membuat pencegahan *eutrofikasi* dalam peraturan Danau Kasumigaura yang didirikan pada tahun 1982. Peraturan tersebut berfokus pada gagasan untuk mengurangi jumlah nitrogen dan fosfat dalam air limbah dan memasukkan larangan penggunaan dan penjualan deterjen fosfor dan standar air limbah yang ketat untuk pabrik-pabrik. Pada tahun 2005, Pusat Ilmu Pengetahuan Lingkungan Ibaraki Kasumigaura didirikan untuk melakukan konservasi sungai dan danau, sebagai kesempatan yang diusulkan oleh Gubernur untuk menyelenggarakan Konferensi Danau Dunia ke-6 yang diadakan di prefektur Ibaraki pada tahun 1995.

Belakangan ini teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk memantau kualitas perairan karena mampu merekam perubahan pantulan berbagai obyek termasuk tubuh air yang disebabkan material yang terkandung dalam tubuh air sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengkaji parameter fisik kualitas air yang memiliki karakteristik visual seperti kekeruhan air, dan zat padat terlarut Lillesand dan Kiefer (1997). Salah satu parameter kualitas air yang sering kali dipakai adalah *Suspended Solid (SS)*. Hal-hal yang mengenai *SS* dan pemantauan *SS* melalui penginderaan jauh akan dibahas pada sub-bab selanjutnya.

## 2.2 Suspended Solid (SS)

Padatan tersuspensi (*suspended solid*) adalah padatan yang berada dalam kolom air dan memiliki ukuran partikel £ 0,45 – 2,0 mm, dikenal pula dengan sebutan seston (Libes 1992). Padatan tersuspensi di perairan laut berasal dari daratan yang di transpor melalui sungai dan udara, dan yang berasal dari dalam laut itu sendiri. Komposisi padatan tersuspensi terdiri dari material inorganik (*Particle Inorganic Matter – PIN*) dan organik (*Particle Organic Matter – POM*) termasuk organisme mikro flora dan fauna yang hidup dan mati atau detritus. Menurut Libes (1992), POM yang bersumber dari laut (  $4 \times 10^{16}$  gC/tahun ) yang merupakan produksi primer adalah jauh lebih besar dibandingkan dengan yang berasal dari daratan yang ditranspor melalui sungai (  $4,2 \times 10^9$  gC/tahun). Dalam kolom air padatan tersuspensi memiliki kemampuan mengadsorpsi elemen atau senyawa kimia inorganik maupun organik terlarut, kemudian mengendap dalam sedimen, yang kecepatan pengendapannya tergantung pada ukuran partikel dan dinamika arus setempat. Proses adsorpsi tersebut bersifat fisik – kimia dan berperan dalam mereduksi konsentrasi senyawa kimia terlarut (seperti logam berat) dalam kolom air, dan meningkatkan konsentrasinya dalam sedimen. Makin halus ukuran partikel padatan tersuspensi, makin luas permukaannya dan makin besar kapasitas adsorpsinya terhadap senyawa kimia terlarut. Dengan kata lain, padatan tersuspensi memiliki kapasitas adsorpsi yang besar terhadap logam berat terlarut, dan potensial mengakumulasikan logam berat tersebut dalam sedimen.

## 2.3 Teknologi Penginderaan Jauh untuk Mendeteksi Karakteristik Spektral SS

Teknologi penginderaan jauh telah banyak diaplikasikan untuk mempelajari kualitas perairan, salah

satunya adalah SS. Kualitas perairan memiliki penetrasi cahaya yang berbeda pada daerah tertentu, dapat diketahui dengan teknik multispektral (Barret dan Curtis 1982).

Keberadaan materi-materi organik dan anorganik yang tersuspensi mempengaruhi nilai pantulan (reflektansi) dari suatu badan air. Informasi tentang nilai pantulan pada cahaya tampak dari badan air dapat digunakan untuk memberi gambaran kondisi dan kualitas perairan. Kekeruhan yang disebabkan oleh SS adalah salah satu faktor yang mempengaruhi sifat spektral suatu badan air. Air yang keruh mempunyai nilai reflektansi yang lebih tinggi daripada air jernih (Hasyim 1997).

Keberadaan SS pada permukaan air dapat digolongkan sesuai dengan warnanya ke dalam kelas-kelas tertentu. Menurut Robinson (1985), berdasarkan sifat optiknya perairan dibagi menjadi 2, perairan kasus I yaitu perairan yang sifat optiknya didominasi oleh fitoplankton dan perairan kasus II yaitu perairan yang sifat optiknya didominasi oleh bahan-bahan tersuspensi selain fitoplankton seperti bahan anorganik atau substansi kuning (*yellow substance*).

Keberadaan SS dapat menyerap dan memantulkan spektrum radiasi cahaya tampak yang menembus ke bawah permukaan air, tetapi pengaruhnya lebih banyak bersifat sebagai pancaran balik (*backscattering*) sehingga memperlihatkan wujud air yang keruh. Pancaran balik (*backscattering*) yang disebabkan oleh SS akan menghasilkan perbedaan reflektansi yang besar pada seluruh kisaran panjang gelombang sinar tampak dan lebih kecil pada panjang gelombang yang lebih pendek karena terjadi penyerapan oleh klorofil (Robinson 1985).

Reflektansi spektral merupakan persentase perbandingan jumlah energi yang meninggalkan objek dan diterima oleh sensor dengan jumlah energi yang mengenai objek tersebut (Lillesand dan Kiefer 1990). Pengukuran pada perairan yang mengandung konsentrasi SS sebesar 100 mg/l

pada kedalaman  $> 30$  cm menunjukkan bahwa nilai reflektansi hanya bergantung pada sifat perairan itu sendiri dan bukan merupakan fungsi dari bentuk dasar perairan (Kusumowidagdo 1987). Menurut Robinson (1985) reflektansi spektral atau perbandingan reflektansi dapat dipakai untuk menduga parameter kualitas perairan.

Konsentrasi SS yang semakin tinggi akan memiliki nilai pantulan (reflektansi) yang juga semakin tinggi. Pada panjang gelombang 600- 700 nm konsentrasi SS yang tinggi memiliki pantulan radiasi matahari yang tertinggi dan pantulan radiasi matahari semakin rendah dengan berkurangnya konsentrasi SS di permukaan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kanal yang lebih peka untuk mendeteksi SS adalah kanal hijau dengan panjang gelombang  $0,560 \mu\text{m} - 0,590 \mu\text{m}$ . Robinson (1985) juga menyatakan bahwa sebaiknya digunakan kanal tunggal untuk mendeteksi SS dibandingkan dengan rasio antar kanal karena Algoritma dengan rasio antar kanal menunjukkan korelasi yang kurang memuaskan dibandingkan dengan kanal tunggal.

#### 2.4 Koreksi Radiometrik

Sensor penginderaan jauh merekam intensitas gelombang elektromagnetik yang mencapai sensor dengan unit radiasi yang diterima sensor  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m})$ . Nilai yang terekam tersebut dengan satuan  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m})$  pada tiap-tiap band dikonversi menjadi nilai piksel (*digital number*), yang proposional dengan resolusi radiometrik sensor tersebut (Mather 2004). Perekaman gelombang elektromagnetik melewati ruang dengan jarak  $\pm 700$  km untuk satelit polar dan  $\pm 36.000$  km untuk satelit geostasioner. Dengan jarak tersebut, terjadi atenuasi energi, terutama oleh akibat atmosfer. Untuk itu perlu dilakukan koreksi radiometrik untuk “mengoreksi” energi yang terekam oleh sensor. Koreksi Radiometrik (Radiometric Correction) dikelompokkan menjadi dua:

- Kalibrasi Radiometrik (*radiometric calibration*)

- Koreksi Atmosferik (*atmospheric correction*)

Kalibrasi Radiometrik merupakan langkah pertama yang harus dilakukan saat kita mengolah data citra satelit. Tujuan utama dari kalibrasi radiometrik ini adalah untuk mengubah data pada citra yang (pada umumnya) disimpan dalam bentuk *Digital Number* (DN) menjadi *radiance* dan/atau *reflectance*, bisa juga ke *brightness temperature* (untuk kanal *Thermal Infra-Red*). Sebelum melakukan kalibrasi radiometrik, penting untuk mengetahui resolusi radiometrik dari citra yang kita gunakan. Misal untuk Landsat 7, resolusi radiometriknya adalah 8 bits atau setara dengan (2 pangkat 8) *256 pixel value*, (atau *Digital Number*, atau *Digital Count* atau dikenal juga dengan istilah *grayscale*), berarti data yang kita gunakan memiliki gradasi *grayscale* dari 0 sampai 255. Ada dua cara yang umum digunakan (tergantung data yang tersedia) dalam melakukan kalibrasi radiometrik :

- a. Menggunakan *Gain* dan *Offset*, data yang diperlukan adalah *radiance* atau *reflectance multiple rescaling factor* (GAIN) dan *additive rescaling factor* (OFFSET).
- b. Menggunakan nilai *radiance* atau *reflectance* maksimum dan minimum.

#### 2.4.1 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan langkah pertama yang harus dilakukan saat kita mengolah data citra satelit. Tujuan utama dari kalibrasi radiometrik ini adalah untuk mengubah data pada citra yang (pada umumnya) disimpan dalam bentuk *Digital Number* (DN) menjadi *radiance* dan/atau *reflectance* (Jaelani 2015). Nilai radian merupakan total energi yang sampai di sensor per luas area tertentu (dari objek), satuannya  $W/(m^2 * sr * \mu m)$ . Nilai radian spektral digunakan untuk pengolahan yang berhubungan dengan suhu permukaan. Sedangkan nilai reflektansi merupakan rasio dari energi yang dipantulkan oleh objek (dan diterima oleh sensor) dengan energi yang

sampai di objek itu, satuannya tidak ada (dimensionless). Untuk reflektan, secara luas digunakan untuk pengolahan indeks dan sebagainya. Sebagai contoh indeks vegetasi, hasil paling bagus jika diolah berdasarkan nilai reflektan. Untuk mendapatkan nilai reflektan yang bagus, harus dilakukan koreksi atmosfer yang mengoreksi posisi matahari, sudut perekaman, dan topografi wilayah.

a. Konversi Nilai Piksel (DN) ke Nilai Radian Spektral (*TOA Radiance*)

USGS (2013) menggunakan cara lain untuk memperoleh nilai radian spektral ini. Inintinya dengan rescalling nilai piksel menggunakan nilai scalling yang tertera pada metadata. Persamaan yang digunakan:

$$L\lambda = MLQ_{cal} + AL \quad (2.1)$$

Dimana:

**$L\lambda$**  = radian spektral pada sensor  
( $W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$ ),

**$Q_{cal}$**  = nilai piksel (DN),

**$ML$**  = konstanta rescalling  
( $RADIANCE\_MULT\_BAND\_x$ , di mana x adalah band yang digunakan)

**$AL$**  = konstanta penambah  
( $RADIANCE\_ADD\_BAND\_x$ , di mana x adalah band yang digunakan)

b. Konversi Nilai Piksel (DN) ke Nilai Reflektan

Untuk band termal, level koreksi hanya pada konversi menjadi nilai radian spektral, hal tersebut dikarekan band termal bukanlah band pantulan, tetapi pancaran energi inframerah termal. Akan tetapi, koreksi pada Landsat-8 tidak menggunakan nilai radian spektral ( $L\lambda$ ), nilai yang digunakan adalah *rescalling* nilai piksel ( $Q_{cal}$ ). Pada Landsat 8, koreksi reflektan didapatkan dengan persamaan (USGS 2013):

$$\rho\lambda' = MpQcal + Ap \quad (2.2)$$

Dimana:

$\rho\lambda'$  = hasil pengolahan sebelumnya, tanpa koreksi sudut pengambilan.  $\rho\lambda'$  tidak memuat koreksi untuk sudut matahari

$Qcal$  = nilai piksel (DN),

$Mp$  = konstanta *rescalling* (REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_x, di mana x adalah band yang digunakan)

$Ap$  = konstanta penambah (REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_x, di mana x adalah band yang digunakan)

Hasil pengolahan ini ( $\rho\lambda'$ ), nilai min dan maks tergantung pada nilai yang tertera pada metadata. Untuk mendapatkan nilai reflektan, maka harus di koreksi sudut matahari (pengaruh dari sudut matahari disajikan pada gambar dibawah ini). Sehingga, koreksi reflektan dapat dihasilkan pada persamaan dibawah ini. Nilainya dapat bervariasi tergantung sudut matahari pada saat perekaman.

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{sz})} = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{sz})} \quad (2.3)$$

Dimana :

$\rho\lambda'$  = TOA *planetary reflectance* (tanpa unit),

$\theta_{SE}$  = Sudut elevasi matahari ketika perekaman (*sun elevation*)

#### 2.4.2 Koreksi Atmosfer

Koreksi ini dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter atmosfer dalam proses koreksi termasuk faktor musim, dan kondisi iklim di lokasi perekaman citra (misalnya tropis, sub-tropis, dan lainnya). Kelebihannya ada pada kemampuannya untuk memperbaiki gangguan atmosfer seperti kabut tipis, asap, dan lain-lain.

Tujuan utama dari koreksi atmosfer adalah mengkonversi data reflektan-sensor (*at sensor reflectance, Top of Atmosphere reflectance*) menjadi reflektan-permukaan (*surface reflectance, Bottom of Atmosphere reflectance*) menggunakan skema dasar algoritma koreksi atmosfer (Gordon dan & Wang 1994), sebagai berikut:

$$\rho_{\text{toa}}(\lambda) = \rho_r(\lambda) + [\rho_a(\lambda) + \rho_{\text{ra}}(\lambda)] + t(\lambda) \rho_w(\lambda) \quad (2.4)$$

Dimana,

$\rho_{\text{toa}}(\lambda)$  : reflektan yang direkam oleh sensor satelit

$\rho_r(\lambda)$  : reflektan dari *Rayleigh scattering*

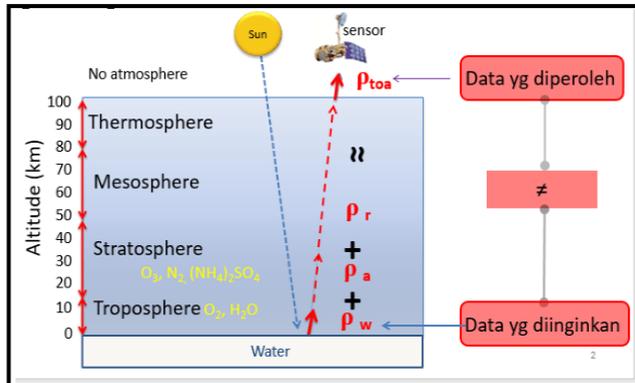
$\rho_a(\lambda) + \rho_{\text{ra}}(\lambda)$  : reflektan total dari *aerosol scattering* dan interaksi antara *Rayleigh scattering* dan *aerosol scattering*

$t(\lambda)$  : *diffuse transmittances of the atmospheric column*

$\rho_w(\lambda)$  : *water-leaving reflectance (surface reflectance, Bottom of Atmosphere reflectance)*

Gambar dibawah memperlihatkan bahwa atmosfer mampu mempengaruhi gelombang elektromagnetik dari matahari ke objek dan dari objek ke sensor yang menyebabkan terjadinya kesalahan pada data citra, di mana data citra yang diperoleh dengan data yang diinginkan tidak sama. kesalahan tersebut dapat diminimalkan dengan melakukan koreksi atmosfer. Pengaruh atmosfer (*noise*) menurut Jaelani (2016), secara umum dibagi menjadi dua yaitu pengaruh yang disebabkan oleh:

- Molekul, disebut sebagai *rayleigh scattering*.
- Partikel, disebut sebagai *mie scattering* atau *aerosol scattering*



Gambar 2.2. Pengaruh Atmosfer terhadap Data Citra (Jaelani 2014)

Koreksi Atmosfer metode 6SV merupakan metode koreksi atmosfer yang memerlukan beberapa parameter dalam pengolahannya meliputi *geometrical condition*, *atmospheric model*, *target and sensor altitude*, *spectral condition*, *ground reflectance* dan *signal*. Data yang dimasukkan dalam format radian (Vermote dkk 1997). Selanjutnya reflektan terkoreksi atmosfer bisa diturunkan dari radian-sensor menggunakan persamaan:

$$\mathbf{Acr}\lambda = \mathbf{y}\lambda / (1 + \mathbf{xc}\lambda * \mathbf{y}\lambda) \quad (2.5)$$

$$\mathbf{y}\lambda = \mathbf{x}_a\lambda * (\mathbf{L}\lambda) - \mathbf{x}_b\lambda \quad (2.6)$$

Dimana:

**Acr** $\lambda$  : reflektan terkoreksi dari efek atmosfer

**L** $\lambda$  : radian

**y** $\lambda$  : reflektan belum terkoreksi dari efek atmosfer

**x<sub>a</sub>**, **x<sub>b</sub>**, **x<sub>c</sub>**: parameter hasil koreksi atmosfer metode 6SV

Parameter koreksi diperoleh dengan menjalankan perangkat lunak 6SV berbasis web yang ada di <http://6s.ltdri.org/>. Untuk mendefinisikan konsentrasi dari aerosol, digunakan parameter meteorologi berupa *horizontal visibility* yang dapat dimasukkan secara

langsung dalam 6SV. Tebal optis aerosol (*aerosol optical thickness*) selanjutnya dihitung berdasarkan profil aerosol pada daerah yang diteliti.

Reflektan permukaan merupakan fungsi dari kekasaran yang bergantung pada angin di permukaan dan insiden cahaya atau distribusi cahaya masing-masing. Istilah ini menceritakan berapa banyak cahaya yang dipantulkan di permukaan laut dan ke arah mana. Dengan kata lain reflektan permukaan adalah nilai reflektan milik dari permukaan (atau tanah) itu sendiri, yaitu dalam hal ini permukaan laut yang belum terpengaruh efek atmosfer. Sedangkan *reflectance remote sensing* ( $Rrs(\lambda)$ ) berisi informasi warna spektral dari badan air (di bawah permukaan laut).  $Rrs(\lambda)$  adalah rasio antara pancaran air ( $L_w$ , di atas permukaan laut) dan radiasi *downwelling* ( $E_d$ , di atas permukaan laut).  $L_w$  dapat diperkirakan dari pengukuran radiometrik di atas air, dalam hal ini pantulan *skylight* harus dihilangkan menggunakan "*surface reflectance factor*" ( $\rho$ ).

## 2.5 Landsat-8

Pada bulan April 2008, NASA memilih *General Dynamics Advanced Information Systems, Inc.* Untuk membangun satelit LDCM (*Landsatdata Continuity Mission*). Setelah meluncur di orbitnya, satelit tersebut akan dinamakan sebagai Landsat-8. Satelit LDCM (Landsat-8) adalah misi kerjasama antara NASA dan USGS (*U.S. Geological Survey*) dengan pembagian tanggung jawab masing-masing. NASA bertanggung jawab akan penyediaan satelit LDCM (Landsat-8), instrumen-instrumen, pesawat peluncur, dan elemen-elemen operasi misi Sistem Stasiun Bumi. NASA juga akan mengelola fase awal peluncuran sampai dengan kondisi satelit beroperasi di orbitnya pada ruas antariksa (dari peluncuran sampai penerimaan). USGS bertanggung jawab akan penyediaan pusat operasi-operasi misi dan sistem-sistem

pengolahan pada Stasiun Bumi (termasuk pengaripan dan jaringan-jaringan data), demikian juga tim operasi-operasi penerbangan. Satelit LDCM (Landsat-8) dirancang diorbitkan pada orbit mendekati lingkaran sikron-matahari, pada ketinggian 705 km, dengan inklinasi:  $98,2^\circ$ , periode: 99 menit, dengan waktu liput ulang (resolusi temporal) adalah 16 hari dan waktu melintasi katulistiwa (*Local Time on Descending Node -LTDN*) nominal pada jam 10:00 s.d 10:15 pagi. Dalam bulan Juli 2007, NASA telah menyerahkan kontrak kepada BATC (*Ball Aerospace Technology Corporation*), Boulder, CO. Untuk mengembangkan instrument kunci OLI (*Operational Land Imager*) pada LDCM (Landsat-8). Sensor pencitra OLI mempunyai kanal-kanal spektral yang menyerupai sensor ETM+ (*Enhanced Thermal Mapper plus*) dari Landsat-7. Sensor OLI ini mempunyai kanal-kanal yang baru yaitu : kanal untuk deteksi aerosol garis pantai (kanal-1: 443 nm) dan kanal untuk deteksi *cirrus* (kanal 9: 1375 nm), akan tetapi tidak mempunyai kanal inframerah termal. Namun untuk mengatasi kontinuitas data Landsat-8 pada kanal inframerah termal, pada tahun 2008, program LDCM (Landsat-8) menetapkan sensor pencitra Thermal Infrared Sensor (TIRS) sebagai pilihan (*optional*), yang dapat menghasilkan kontinuitas data untuk kanal-kanal inframerah termal yang tidak dicitrakan oleh OLI. Berikut ini adalah spesifikasi kanal-kanal pada Landsat-8.



Gambar 2.3. Gambaran pencitraan permukaan Bumi dengan satelit LDCM (Landsat-8) di orbit (General Dynamics2016)

Tabel 2.1. Parameter – parameter Orbit Satelit Landsat 8 (USGS 2013)

Parameter Orbit Satelit Landsat 8	
Jenis Orbit	Mendekati Lingkaran Sinkron Matahari
Tinggi Terbang	705 km
Inklinasi	8,2°
Waktu rekam ulang ( resolusi temporal )	16 hari
Waktu melintasi khatulistiwa ( <i>Local Time Descending Node</i> – <i>LTDN</i> ) nominal	Pukul 10.00 hingga 10.15 pagi

Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *ThermalInfrared 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. Sensor pencitra OLI mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter.

Tabel 2.2. Spesifikasi Kanal Citra Landsat 8 (USGS 2013)

No Band	Kanal	UM ( <i>Wave Length</i> )	Penggunaan Data	Resolusi Spasial
1	<i>Aerosol</i>	0,43 – 0,45	Zona pesisir / <i>aerosol</i>	30
2	Biru	0,45 – 0,51	Pemetaan batimetri, membedakan tanah dengan vegetasi	30
3	Hijau	0,53 – 0,59	Vegetasi untuk menilai tumbuh tanaman	30
4	Merah	0,64 – 0,67	Vegetasi / pesisir	30
5	NIR	0,85 – 0,88	<i>Foliage</i>	30
6	SWIR 1	1,57 – 1,65	Membedakan kadar air tanah dan vegetasi, menembus awan tipis	30
7	SWIR 2	2,11 – 2,29	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi, penetrasi awan sedikit	30
8	<i>Panchromatic</i>	0,50 – 0,68	Penajaman citra	15
9	<i>Cirrus</i>	1,36 – 1,38	Mendeteksi peningkatan awan <i>cirrus</i>	30
10	TIRS 1	10,60-11,19	Perkiraan pemetaan panas dan kelembaban tanah	100
11	TIRS 1	11,50-12,51	Peningkatan pemetaan panas dan kelembaban tanah	100

Sedangkan sensor TIRS mempunyai dua band *thermal* yang akan memberikan suhu permukaan lebih akurat (USGS, 2013). Dibandingkan dengan landsat versi sebelumnya, Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya spesifikasi band-band yang dimiliki maupun panjang gelombang elektromagnetik yang dimiliki. Sebagaimana telah

diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 warna dasar, yaitu *Red*, *Green* dan *Blue* (*RGB*). Dengan makin banyaknya band sebagai penyusun *RGB* komposit, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi (USGS, 2013).

## 2.6 Landsat Surface Reflectance

Data Landsat 8 *Surface Reflectance* dihasilkan dari *Landsat Surface Reflectance Code* (LaSRC), yang menggunakan pita aerosol pantai untuk melakukan uji inversi aerosol, menggunakan data iklim tambahan dari MODIS dan menggunakan model transfer radiasi yang unik. Produk Landsat 8 *Surface Reflectance* dihasilkan pada resolusi spasial 30 meter pada grid pemetaan *Universal Transverse Mercator* (UTM) atau *Polar Stereographic* (PS). Format file defaultnya adalah GeoTIFF, namun pilihan untuk pengiriman dalam Format Data Hierarki - *Earth Observing System* - 2 (HDF-EOS-2; .hdf), NetCDF (.nc) atau ENVI binary (.img) tersedia melalui *ESPA Ordering Interface*. Landsat 8 *Surface Reflectance* akan dikirimkan ke dalam file yang dinamai dengan ID produk baru dan ditambahkan dengan "\_sr\_" diikuti oleh penunjukan band. Semua paket mencakup metadata berbasis *Extensible Markup Language* (xml). Setiap Landsat-8 *Surface Reflectance* akan disertai dengan metadata berbasis **xml** file. Metadata disertakan untuk membantu menentukan orientasi *scene Stereografi Polar* yang diperoleh di orbit naik di atas Antartika. Bidang <corner> di **xml** metadata menjelaskan sudut kiri atas dan bawah kanan dari *scene*. Berikut adalah spesifikasi reflektan-permukaan Landsat-8:

Tabel 2.3. Spesifikasi kanal reflektan-permukaan Landsat-8 (USGS 2015)

<i>Band Name</i>	<i>Data Type</i>	<i>Units</i>	<i>Range</i>	<i>Valid Range</i>	<i>Fill Value</i>	<i>Saturate Value</i>	<i>Scale Factor</i>
Band 1	INT16	<i>Reflectance</i>	-2000 - 16000	0 - 10000	-9999	20000	0,0001
Band 2	INT16	<i>Reflectance</i>	-2000 - 16000	0 - 10000	-9999	20000	0,0001
Band 3	INT16	<i>Reflectance</i>	-2000 - 16000	0 - 10000	-9999	20000	0,0001
Band 4	INT16	<i>Reflectance</i>	-2000 - 16000	0 - 10000	-9999	20000	0,0001
Band 5	INT16	<i>Reflectance</i>	-2000 - 16000	0 - 10000	-9999	20000	0,0001
Band 6	INT16	<i>Reflectance</i>	-2000 - 16000	0 - 10000	-9999	20000	0,0001
Band 7	INT16	<i>Reflectance</i>	-2000 - 16000	0 - 10000	-9999	20000	0,0001
Level-2 Pixel Quality Band	UINT16	<i>Bit Index</i>	0- 32768	0- 32768	1 (bit 0)	NA	NA
Aerosol QA	UINT8	<i>Bit Index</i>	0- 32768	0 - 255	NA	NA	NA
Radiometric Saturation QA	UINT16	<i>Bit Index</i>	0- 32768	0-3839	1 (bit 0)	NA	NA
Solar Azimuth Angles Band 4	INT16	<i>Degrees</i>	-32768 - 32767	-18000 - 18000	-32768	NA	0,0100
Solar Zenith Angles Band 4	INT16	<i>Degrees</i>	-32768 - 32767	0 - 9000	-32768	NA	0,0100
Sensor Azimuth Angles Band 4	INT16	<i>Degrees</i>	-32768 - 32767	0 - 9000	-32768	NA	0,0100

## 2.7 Data In-situ

Perbedaan warna perairan diakibatkan oleh perbedaan panjang gelombang cahaya yang dipantulkan dan diserap oleh partikel-partikel padatan yang terdapat pada perairan. Parameter kualitas perairan yang terkait dengan proses pantulan dan serapan cahaya dalam kolom air adalah muatan padatan tersuspensi / *SS*, *Chl - a*, dan padatan organik terlarut (Budhiman & Parwati, 2014). Tassan dan d'Alcala (1993) menggunakan algoritma citra Landsat dari kanal (*band*) tunggal yang memiliki korelasi paling tinggi terhadap data *in situ SS*. Robinson (1985) juga menyatakan bahwa sebaiknya digunakan kanal tunggal untuk mendeteksi *SS* dibandingkan dengan rasio antar kanal, Karena konsentrasi *SS* tidak banyak berubah antar lapisan. Algoritma dengan rasio antar kanal menunjukkan korelasi yang kurang memuaskan dibandingkan dengan kanal tunggal (Robinson, 1985).

Data *in-situ* yang dipakai dalam penelitian ini berupa data *Remote Sensing Reflectance (Rrs (λ))* dan *Suspended Solid (SS)* yang terdapat pada Danau Kasumigaura, Jepang. Adapun parameter yang direkam pada setiap stasiun diantaranya adalah *water-leaving radiance*, *downward irradiance*, dan *downward radiance of skylight* menggunakan *FieldSpec HandHeld spectroradiometer (Analytical Spectral Devices, Boulder, CO)*. Selanjutnya, *above-water remote sensing reflectance (Rrs(λ))* dihitung menggunakan rumus berikut (Mobley 1999):

$$Rrs = \left( \frac{Lu(\lambda)}{Ed(\lambda)} - \frac{rLsky(\lambda)}{Ed(\lambda)} \right) \times Cal \quad (2.7)$$

Dimana,

**Cal(λ):** reflektan spektral dari *grey reference panel* yang telah terkalibrasi secara akurat

**R** :faktor koreksi reflektan yang ditentukan berdasarkan kecepatan angin (Mobley 1999).

**Lu(λ):** *water-leaving radiance*

$Ed(\lambda)$ : downward irradiance

$Lsky(\lambda)$ : downward radiance of skyligh

Data in-situ ini nantinya akan dicocokkan dengan data yang diekstrak dari citra satelit Landsat-8 dimana data insitu tersebut dianggap sebagai parameter yang benar. Adapun dalam mengekstrak data  $SS$  dari citra satelit Landsat-8 digunakan algoritma berikut:

$$\log(SS) = 1,352 \left( \frac{\log R_{rs}(\lambda_2)}{\log R_{rs}(\lambda_3)} \right) - 0,437 \quad (2.8)$$

Algoritma Jaelani (2016) yang memiliki wilayah studi pada perairan Danau Kasumigaura, Jepang.

Dalam pengambilan data insitu terdapat berbagai prosedur yang harus dilakukan. Diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Pengambilan data insitu *Suspended Solid*

Pengambilan sampel air dilakukan pada rentang 3 jam sebelum dan sesudah jadwal perekaman oleh satelit. Untuk cara pengukurannya terdapat beberapa tahap seperti:

- Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Dan basahi saringan dengan sedikit air suling.
- Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetic untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- Pipet contoh uji dengan volume tertentu. Langkah ini dilakukan pada saat contoh diaduk dengan pengaduk magnetic.
- Cuci kertas saring ata saringan 3 (tiga) kali dengan 10 mL air suling. Biarkan kering sempurna dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 (tiga) menit agar dapat memperoleh penyaringan yang sempurna.

Diperlukan pencucian tambahan untuk contoh uji dengan pada terlarut yang tinggi.

- Pindahkan kertas saring dengan hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika menggunakan cawan Gooch, maka pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- Keringkan dalam oven dengan rentang waktu kurang lebih 1 jam pada suhu  $103^{\circ}$  C sampai dengan  $105^{\circ}$
- Dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu. Timbanglah setelah langkah ini selesai dilakukan.
- Ulangi tahapan 6 dan 7 sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% dari berat timbang sebelumnya (lebih kecil dari 0,5 mg).
- Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, maka perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume contoh uji.
- Ukur volume contoh uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, maka perbesar volume contoh uji sampai 1000 ml.
- Adapun rumus perhitungan TSS adalah dimana A merupakan berat kertas saring ditambah dengan residu kering dalam satuan mg. Serta B merupakan berat kertas saring dalam satuan mg.

b. Pengambilan data insitu *Reflectance Remote Sensing* ( $Rrs(\lambda)$ )

Secara umum, data reflektan (*remote sensing reflectance*) digunakan sebagai data referensi untuk menguji akurasi citra satelit yang telah terkoreksi radiometrik (kalibrasi

radimetrik dan koreksi atmosfer). Selain itu, data ini dipakai untuk membuat algoritma model yang menghubungkan parameter fisik objek (misalnya konsentrasi SS, Chl-a) dengan data yang direkam oleh satelit penginderaan jauh. Pengukuran reflektan sebenarnya tidak bisa dilakukan secara langsung, akan tetapi dengan mengukur parameter lain terlebih dahulu. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut spectroradiometer (pada rentang waktu jam 10:00 sampai 14:00 di atas air yang secara optis dalam) pada waktu yang bersamaan dengan pengambilan sampel air. Adapun parameter yang diukur diantaranya adalah *downward irradiance* ( $E_d(\lambda)$ ), *downward radiance of skylight* ( $L_{sky}(\lambda)$ ) dan *water-leaving radiance* ( $L_w(\lambda)$ ). Untuk kalibrasi  $E_d(\lambda)$ , parameter ini diukur juga dalam kondisi grey plate yang ditutup dari sinar matahari langsung. Adapun prosedur pengoperasian alat fieldspec adalah sebagai berikut:

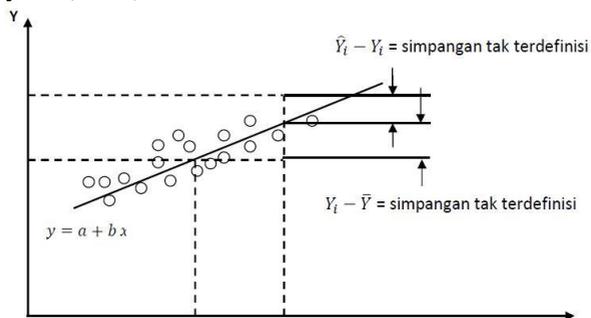
- Hidupkan alat fieldspec
- Tembakkan alat fieldspec ke gray plate
- Tembakkan alat fieldspec ke angkasa (berwarna biru muda).
- Tembakkan alat fieldspec ke gray plate dengan memberikan bayangan terhadap gray plate.
- Tembakkan ke area yang akan diteliti (10 kali).
- Tembakkan alat fieldspec ke gray plate.
- Tembakkan alay fieldspec ke angkasa (berwarna biru muda).
- Tembakkan alat fieldspec ke gray plate dengan memberikan bayangan terhadap gray plate.
- Pengukuran dilakukan pada arah 45 derajat terhadap arah matahari-objek. Jadi arah pengukuran tidak boleh menghadap atau membelakangi matahari.

## 2.8 Analisa Statistik

### a. Koefisien Determinasi

Uji statistik ini harus dilakukan untuk memenuhi persyaratan model matematis:

sesama peubah bebas tidak boleh saling berkorelasi, sedangkan antara peubah tidak bebas dengan peubah bebas harus ada korelasi yang kuat (baik positif maupun negatif) Sugiyono(2008).



Gambar 2.4. Grafik koefisien determinasi

Koefisien determinasi didefinisikan sebagai nisbah antara variasi tidak terdefinisi dengan variasi total:

$$R^2 = \frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2 - \sum(Y_i - \hat{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2.9)$$

Keterangan:

$\bar{Y}$  : Rata-rata variabel Y

$\hat{Y}$  : Nilai Y dari persamaan regresi

$R^2$ : Koefisien determinasi

Koefisien ini mempunyai batas limit sama dengan 1 (satu) (*perfect explanation*) dan 0 (nol) (*no explanation*). Nilai antara kedua batas limit ini ditafsirkan sebagai persentase total variasi yang dijelaskan oleh analisis regresi-linear.

### b. Korelasi Regresi Linier Sederhana

Perhitungan statistik digunakan untuk mengetahui apakah data citra satelit dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi yang ada dilapangan. Nilai pada analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Hubungan yang dimaksud bukanlah hubungan sebab akibat yang berlaku pada metode regresi. Metode korelasi hanya bisa digunakan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Adapun rumus untuk koefisien korelasi( $r$ ) menurut Sugiyono(2008) adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (2.10)$$

Dimana,

- $r$  : Koefisien korelasi
- $x$  : data insitu
- $y$  : data estimasi
- $n$  : jumlah data

Tabel 2.4. Interpretasi Koefisien Korelasi (Sugiyono 2008)

<b>Interval Koefisien</b>	<b>Tingkat Hubungan</b>
0,00– 0,199	Sangat Rendah
0,20– 0,399	Rendah
0,40– 0,599	Sedang
0,60– 0,799	Kuat
0,80– 1,00	Sangat Kuat

Dari hasil analisis korelasi dapat dilihat tiga alternatif yaitu apabila nilai  $r = +1$  atau mendekati positif(+) satu berarti variabel  $x$  mempunyai pengaruh yang kuat dan positif terhadap variabel  $y$ . Sedangkan apabila nilai  $r = -1$  atau

mendekati negatif(-) satu berarti variabel  $X$  mempunyai pengaruh yang kuat dan negatif terhadap perkembangan variabel  $y$ . Dan apabila  $r=0$  atau mendekati nol(0) maka variabel  $x$  kurang berpengaruh terhadap perkembangan variabel  $y$ , hal ini berarti bahwa bertambahnya atau berkurangnya variabel  $y$  tidak dipengaruhi variabel  $x$ .

c. *RMSE* dan *NMAE*

Indikator uji kesesuaian *RMSE* adalah suatu indikator kesalahan yang didasarkan pada total kuadratis dari simpangan antara hasil model dengan hasil observasi yang dapat didefinisikan sebagai persamaan.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_{esti,i} - X_{meas,i})^2}{N}} \quad (2.11)$$

$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{X_{esti,i} - X_{meas,i}}{X_{meas}} \right| \times 100 \quad (2.12)$$

Dimana,

$X_{meas,i}$  : nilai ukuran

$X_{esti,i}$  : estimasi

$N$  : jumlah data yang digunakan

Semakin besar nilai *RMSE* menunjukkan bahwa data semakin tidak akurat, dan sebaliknya semakin kecil *RMSE* menunjukkan bahwa data akurat. Sedangkan Menurut Jaelani, dkk (2015), syarat minimum nilai *NMAE* agar bisa digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh adalah nilai *NMAE* dibawah 30%.

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, terdapat penelitian terdahulu yang mendasari penulis dalam pemilihan judul adalah sebagai berikut :

- a. Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat Menggunakan Data *In situ* di Danau Kasumigaura, Jepang.

Penelitian ini dilakukan oleh Jaelani (2015), pada penelitian ini dilakukan uji akurasi produk reflektan-permukaan Landsat TM-5 yang dikeluarkan oleh USGS dengan menggunakan data reflektan (dalam hal ini, *remote-sensing reflectance*) yang direkam di Danau Kasumigaura, Jepang pada delapan stasiun pengamatan. Sebagai perbandingan, data tersebut juga dibandingkan dengan data Landsat yang dikoreksi dari efek atmosfer menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum - Vector (6SV)* dengan data masukan dari parameter cuaca. Data yang digunakan merupakan data yang direkam pada tanggal 18 Februari 2006, tepat bersamaan dengan waktu perekaman citra satelit Landsat. Setelah dilakukan uji statistik, SR-L dan SR-6SV terhadap data *in situ*, memperlihatkan korelasi antar data yang sangat besar (0,95 -1,0) untuk masing- masing stasiun, sementara 0,78 dan 0,79 untuk SR-L dan SR-6SV jika semua stasiun digabung menjadi satu. Untuk semua stasiun, RMSE untuk SR-L dan SR-SV sebesar 0,03 sr-1; sementara NMAE sebesar 59,7 % dan 64,13%. Nilai NMAE ini masih dibawah syarat minimum NMAE 30% agar bisa digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh.

- b. Penelitian yang dilakukan oleh Nurahida Laili, et al (2015) bertujuan untuk mengembangkan algoritma yang berfungsi untuk mendeteksi konsentrasi TSS dan Chl-a dengan menggunakan Citra Landsat-8 di Perairan Pulau Poteran, Madura. Penelitian tersebut mengumpulkan data lapangan reflektansi penginderaan jauh, konsentrasi TSS, dan Chl-a yang terdapat pada 9 stasiun yang mengelilingi Pulau Poteran, serta data Citra Landsat-8 dengan waktu

akuisisi yang sama yaitu 22 April 2015. Model regresi untuk memperkirakan *TSS* menghasilkan akurasi yang tinggi dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ), NMAE dan RMSE sebesar 0,709; 9,67% dan 1,705g/m<sup>3</sup> masing-masing. Sedangkan algoritma Chl-a retrieval menghasilkan  $R^2$  sebesar 0,579; NMAE sebesar 10,40% dan RMSE sebesar 51,946 mg/ m<sup>3</sup>.

- c. Penelitian Karondia (2015) tentang validasi algoritma estimasi total suspended solid dan chl-a pada citra satelit Aqua MODIS dan Terra MODIS dengan Data In-Situ (Studi Kasus : Laut Utara Pulau Jawa)

Dalam penelitian ini juga dihasilkan algoritma estimasi Chl-a dan *TSS* yang mana algoritma tersebut didapat dari pemodelan regresi nilai-nilai spektral melalui pengukuran nilai spektral pada Perairan Poteran. Algoritma estimasi Chl-a tersebut telah divalidasi terhadap data in-situ perairan Selat Madura dan menghasilkan nilai yang sangat dekat antara nilai perhitungan algoritma dengan data in situ, dalam hal ini nilai RMSE antar data in situ dengan hasil perhitungan algoritma adalah 0,0269. Sementara untuk nilai *Relative Error* berkisar 23,077%. Namun untuk algoritma estimasi *TSS* masih belum mendapatkan hasil yang cukup memuaskan dikarenakan masih mengandung nilai korelasi yang sangat kecil (Karondia, 2015). Pada penelitian Karondia (2015) digunakan data citra MODIS dalam pembuatan model algoritma Chl-a yang dijadikan sebagai referensi dalam pengerjaan penelitian penulis.

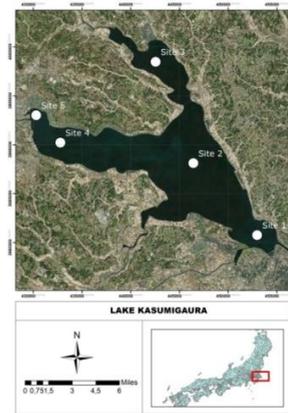
Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah terdapat pada jenis data yang digunakan yaitu citra satelit Landsat-8, jumlah stasiun yang digunakan untuk pengambilan data *insitu* sebanyak 5 stasiun, waktu perekaman data *insitu* yang sesuai dengan waktu perekaman citra satelit yaitu pada tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016, data

insitu yang digunakan selain berupa data  $Rrs(\lambda)$  juga menggunakan data konsentrasi  $SS$ , produk akhir yang dihasilkan berupa peta persebaran  $SS$  dari setiap produk yang digunakan, serta membahas hubungan dari produk SR dan SR-6SV terhadap estimasi kandungan  $SS$ .

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dari tugas akhir ini adalah di Danau Kasumigaura, Jepang. Kawasan ini secara geografis terletak di antara  $35^{\circ}57'3,30''\text{LU}$  sampai  $36^{\circ}9'40,67''\text{LU}$  dan  $140^{\circ}11'52,06''\text{BT}$  sampai  $140^{\circ}12'10,00''\text{BT}$ . Pada penelitian ini menggunakan data *in-situ* ( $Rrs(\lambda)$ ) dan *SS*) yang di rekam pada 5 stasiun di Danau Kasumigaura.



Gambar 3.5. Lokasi Penelitian dan Sebaran Titik Sampel  
(Landsat-8 2017)

### 3.2 Data dan Peralatan

#### 3.2.1 Data

Data yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu :

- Citra Landsat-8 L1T kanal 1-4 tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016.
- Citra reflektan-permukaan Landsat-8 kanal 1-4 tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016.
- Data *in-situ* pengukuran *Remote sensing reflectance* ( $Rrs(\lambda)$ ) dan *Suspended Solid* (*SS*) tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016.

Tabel 3.5. Data Citra Satelit Landsat-8

Tanggal Akuisisi	ID citra	keterangan citra
12-Mar-2014	LC08_L1TP_107035_20140312_20170425_01_T1	kurang jernih
27-Okt-2016	LC08_L1TP_107035_20161027_20170319_01_T1	baik

Tabel 3.6. Data in-situ SS Danau Kasumigaura

Tanggal	titik	Bujur Timur	Lintang Utara	Waktu lokal pengambilan data	SS (mg/l)
Mar 12, 2014	site 1	140,4869167	35,96413889	10:30am-10:35am	11,0
	site 2	140,4043611	36,03713889	11:20am-10:25am	11,6
	site 3	140,34	36,13861111	11:50am-10:58am	12,0
	site 4	140,2473611	36,05372222	12:54am-12:59am	16,3
	site 5	140,22325	36,08019444	13:14pm-13:19pm	11,1
Okt. 27, 2016	site 1	140,4785277	35,97011111	9:53am-9:57am	13,8
	site 2	140,4053333	36,03602777	10:30am-10:35am	14,5
	site 3	140,3615833	36,12916666	11:00am-11:05am	16,3
	site 4	140,2536666	36,05413888	11:50am-11:54am	9,8
	site 5	140,2258611	36,07911111	12:10am-12:14am	9,4

### 3.2.2 Peralatan

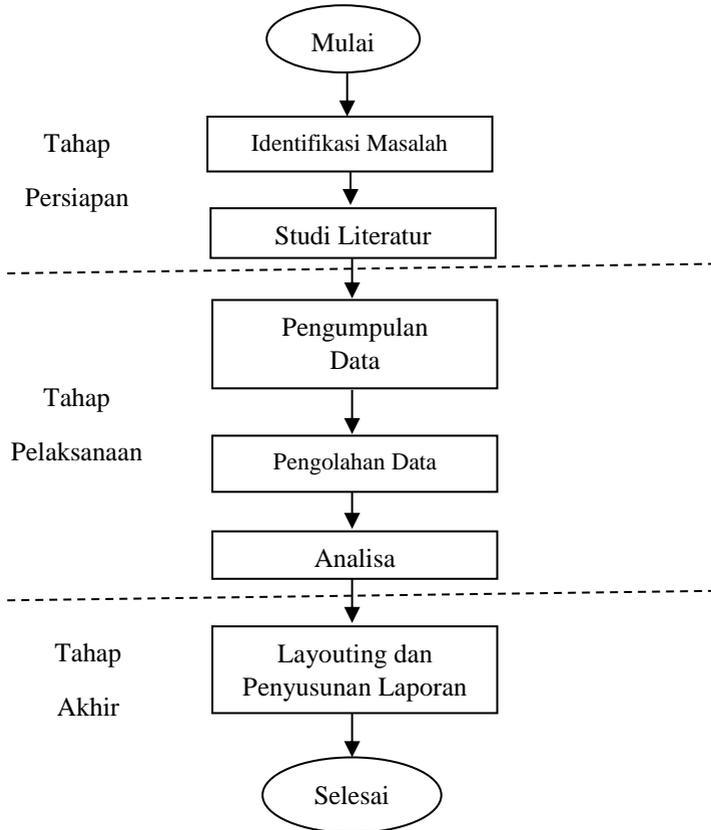
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa perangkat lunak yaitu:

- i. BEAM VISAT 5.0
- ii. SNAP (*Sentinel Application Platform*) 5.0

- iii. *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector (6SV)*
- iv. ArcGIS 10.5.1

### 3.3 Metodologi Pekerjaan

#### 3.3.1 Tahapan Penelitian



Bagan 1. Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

Berikut merupakan penjelasan dari tahapan/ alir pelaksanaan penelitian:

- a. Tahap Persiapan
  - i. Identifikasi Masalah  
Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal mengenai kasus yang akan diteliti, baik berupa parumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, tujuan dilakukannya penelitian dan manfaat yang diperoleh melalui penelitian yang dilakukan
  - ii. Studi Literatur  
Studi literatur dilakukan untuk mempersiapkan tahap berikutnya yaitu dengan mengumpulkan referensi yang akan menunjang langkah-langkah pengolahan sampai pada analisa.
- b. Tahap Pelaksanaan
  - i. Pengumpulan Data  
Terdapat beberapa data yang harus dikumpulkan dalam proses validasi produk reflektan-permukaan Landsat-8 menggunakan data *in-situ* yaitu citra satelit Landsat-8 L1T daerah Danau Kasumigaura, Jepang tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016, citra satelit reflektan-permukaan Landsat-8 dari USGS daerah Danau Kasumigaura, Jepang tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016 dan data *in-situ* daerah Danau Kasumigaura, Jepang tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016.
  - ii. Pengolahan Data  
Pengolahan data yang dilakukan pada data citra Landsat-8 L1T daerah Danau Kasumigaura, Jepang tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016 yaitu kalibrasi radiometrik selanjutnya dikoreksi atmosfer menggunakan metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Solar Spectrum-Vector*), kemudian data tersebut dan data citra reflektan-permukaan Landsat-8 dari USGS dibagi dengan ( $\pi$ )

untuk mendapatkan satuan ( $Rrs(\lambda)$ ) sesuai dengan satuan data *in-situ* yang digunakan. Setelah itu data dari stasiun-stasiun yang dijadikan sampel pada pengukuran data *in-situ*, diekstrak berdasarkan pin yang telah dibuat dalam ukuran 3x3 pixel untuk menghindari kesalahan akibat koreksi geometrik dan dinamika dari badan air, serta kesalahan akibat variabilitas spasial.

iii. Analisa

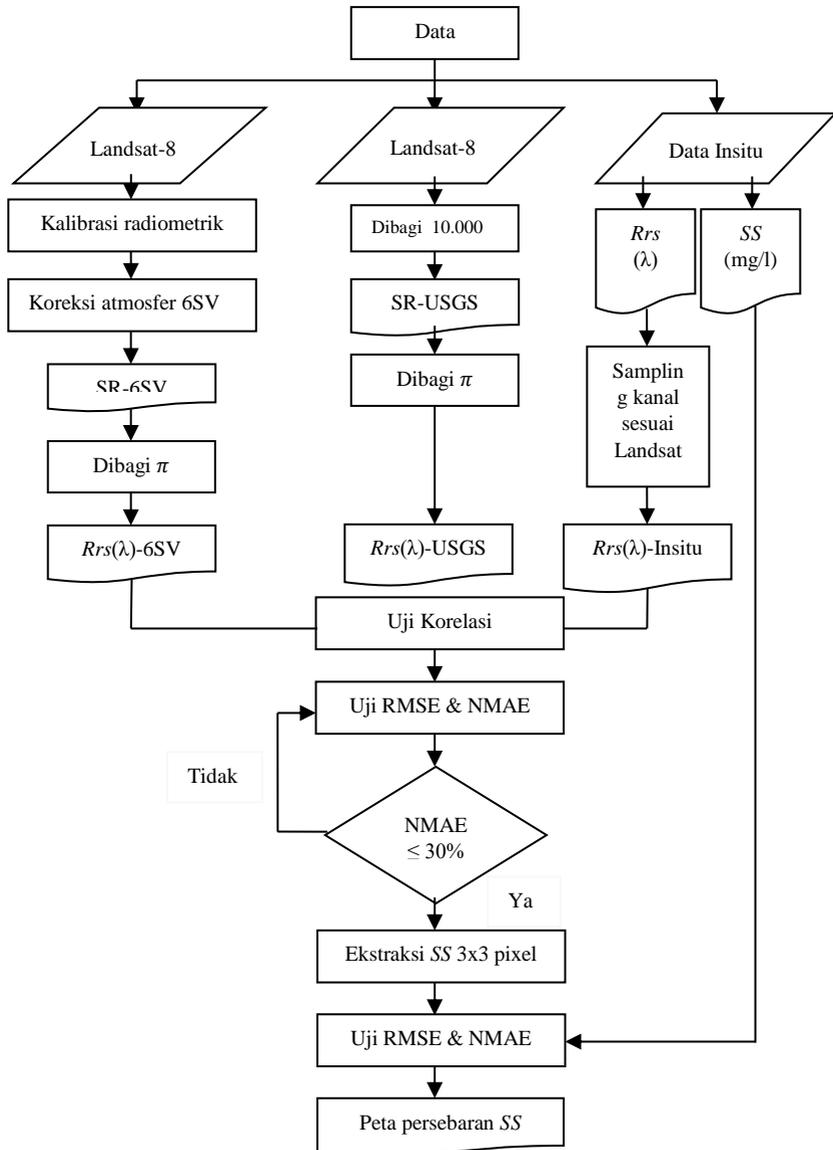
Dari hasil pengolahan data dan perhitungan statistik, langkah selanjutnya yaitu dilakukan proses analisis dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan menggunakan parameter koefisien determinasi ( $R^2$ ), koefisien korelasi ( $r$ ),  $RMSE$  dan  $NMAE$ .

c. Tahap Akhir

Seluruh hasil yang didapatkan dalam pengolahan sebelumnya disajikan dalam bentuk peta persebaran  $SS$  di 5 stasiun pengamatan serta penulisan laporan tugas akhir sesuai dengan sistematika yang ditentukan.

### 3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dapat digambarkan seperti berikut :



Bagan 2. Diagram Alir Pengolahan Data

Keterangan :

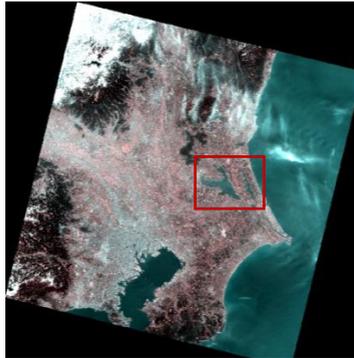
1. Data citra yang digunakan adalah data citra Landsat-8 level 1T, Landsat-8 *surface reflectance* dan data insitu yang berupa *Rrs*( $\lambda$ ) dan *Suspended Solid* (SS). Ketiga data ini memiliki waktu akuisisi pada tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016.
2. Selanjutnya dilakukan kalibrasi radiometrik dengan metode *Gain* dan *Offset* yaitu proses mengubah nilai piksel pada citra yang awalnya bernilai *DN* kemudian diubah ke dalam format radian/reflektan. Data yang diproses pada tahap ini terdiri dari citra satelit Landsat-8 L1T .
3. Koreksi atmosfer dilakukan untuk menghilangkan efek atmosfer, sekaligus merubah format data dari Reflektan TOA menjadi Reflektan BOA. Proses ini menggunakan metode 6SV (*Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum – Vector*) (Vermote, et al. 1997) dengan memasukkan beberapa parameter. Dari proses ini dapat menghasilkan produk reflektan-permukaan Landsat-8 (SR-6SV).
4. Dibagi dengan bilangan 10.000 untuk mengembalikan nilai asli dari citra yang semula disimpan dalam format double float. Pada penelitian ini data citra Landsat yang saya gunakan meliputi band 1 sampai band 4 sehingga perlu dikalikan faktor skala nya yaitu sebesar 0,0001 atau dibagi 10.000.
5. Data reflektan-permukaan Landsat-8 dari USGS (SR-L) bersama dengan data reflektan-permukaan Landsat-8 (SR-6SV) dibagi dengan ( $\pi$ ) agar menghasilkan nilai *Rrs* (dalam satuan  $\text{sr}^{-1}$ ) agar memiliki satuan yang sama dengan reflektan *in situ* yang direkam dengan *field spectroradiometer*.

6. Untuk data *in-situ* proses yang dilakukan adalah melakukan sampling data  $Rrs(\lambda)$  sesuai dengan panjang gelombang yang terdapat pada citra satelit Landsat-8.
7. Perhitungan statistik digunakan untuk mengetahui apakah data citra satelit dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi yang ada di lapangan. Perhitungan statistik dilakukan dengan menggunakan metode regresi linier sederhana untuk mengetahui nilai korelasi dengan membandingkan data olahan citra dengan data hasil *ground truth* yang ada di lapangan. Hal ini digunakan untuk melihat sejauh mana kedekatan atau kebaikan data citra yang digunakan.
8. Setelah didapatkan nilai korelasi dari masing-masing nilai  $Rrs(\lambda)$  pada citra, maka dilakukan uji validasi. Uji validasi bertujuan untuk mengetahui ketepatan hasil nilai  $Rrs(\lambda)$  estimasi citra terhadap data *insitu*. Uji validasi pada penelitian ini menggunakan *Root Mean Square Error (RMSE)* dan *Normalized Mean Absolute Error (NMAE)* dengan toleransi *NMAE* yaitu sebesar  $\leq 30\%$ .
9. Setelah perhitungan *NMAE* maka selanjutnya dilakukan ekstraksi informasi kandungan *Suspended Solid (SS)* dengan ukuran  $3 \times 3$  pixel untuk menghindari kemungkinan kesalahan akibat koreksi geometrik dan dinamika dari badan air, serta kesalahan akibat variabilitas spasial (Han dan Jordan 2005).
10. Jika semua citra telah diketahui persebaran konsentrasi *SS*nya maka selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh dengan melakukan uji *NMAE* dan *RMSE*. Kemudian yang terakhir dilakukan pembuatan peta sebaran nilai *SS* dari masing-masing citra.

## **BAB IV** **HASIL DAN ANALISA**

### 4.1 Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra dilakukan agar dapat lebih fokus ke wilayah studi yaitu Danau Kaumigaura, Jepang, selain itu agar tidak menghabiskan banyak memori pada saat pengolahan data citra satelit. Berikut adalah Citra Landsat-8 L1T tanggal 12 Maret 2014 sebelum dan sesudah dilakukan *cropping* :



Gambar 4.6. Citra Landsat-8 L1T



Gambar 4.7. Citra Landsat-8 Danau Kasumigaura

Pada gambar 4.6 menunjukkan Citra Landsat-8 sebelum dilakukan pemotongan citra, wilayah cakupannya meliputi Prefektur Saitama, Prefektur Gunma dan Prefektur Ibaraki. Sedangkan gambar 4.7 menunjukkan Citra Landsat-8 yang telah dipotong sesuai dengan wilayah studi penelitian yaitu Danau Kasumigaura, Jepang.

#### 4.2 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan proses untuk memperbaiki kualitas visual citra, dalam hal memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik terdiri dari dua tahap, yaitu kalibrasi radiometrik, dan koreksi atmosferik.

##### 4.2.1 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik adalah proses perbaikan akibat kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari yang dapat terjadi saat pengambilan, pengiriman dan perekaman data.

Proses kalibrasi radiometrik pada penelitian ini dilakukan secara otomatis pada *software* SNAP dengan cara memasukkan *file* MTL-nya. Data yang digunakan dalam proses ini adalah data Landsat-8 level 1 (L1T) tanggal 12 Maret 2014 dan 27 Oktober 2016. Berikut adalah perbedaan hasil citra lokasi penelitian sebelum dan sesudah dikalibrasi radiometrik beserta nilai statistiknya.



Gambar 4.8. Citra Landsat-8L1T Dalam Format DN

Pada gambar 4.8 menunjukkan gambar citra Landsat-8 yang masih dalam format DN (*Digital Number*).

Tabel 4.7. Statistik Citra Landsat-8 L1T Format DN

#pixel total	109.549
Minimum	9.675
Maximum	54.496
Mean	11.191,342
Sigma	261,712
Median	11.157,007
P75 threshold	11.288,592
P80 threshold	11.333,414
P85 threshold	11.378,236
P90 threshold	11.467,880
Max error	44.822

Tabel 4.7 adalah histogram nilai statistik Citra Landsat-8 sebelum dilakukan kalibrasi radiometrik.

Pada gambar 4.9 menunjukkan gambar citra Landsat-8 setelah dilakukan kalibrasi radiometrik. Perbedaan secara visual pada citra sebelum dan sesudah terkalibrasi radiometrik tidak terlalu terlihat, namun dapat dilihat pada nilai statistik masing-masing citra.



Gambar 4.9. Citra Landsat-8 L1T Dalam Format Radian

Tabel 4.8. Statistik Citra Landsat-8 L1T tanggal 12 Maret 2014

#pixel total	1.029.549
Minimum	59,459
Maximum	629,537
Mean	78,745
Sigma	3,328
Median	78,308
P75 threshold	79,982
P80 threshold	80,552
P85 threshold	81,125
P90 threshold	82,267
Max error	0,570

Pada gambar 4.8 menunjukkan nilai statistik Citra Landsat-8 L1T. Pada gambar 4.8 menunjukkan citra Landsat-8 L1T yang belum terkoreksi radiometrik memiliki nilai piksel mencapai ribuan yaitu 9.675, sedangkan Citra Landsat-8 L1T yang telah terkalibrasi radiometrik hanya memiliki nilai piksel tidak lebih dari 629,5.

#### 4.2.2 Koreksi Atmosfer

Koreksi Atmosfer adalah koreksi untuk menghilangkan kesalahan radiansi yang terekam pada citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer (*path radiance*). Proses ini bertujuan untuk mengkonversi nilai radian TOA (*Top of Atmospheric*) ke nilai reflektan BOA (*Bottom of Atmospheric*).

Dalam penelitian ini metode koreksi atmosferik yang digunakan adalah metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-Vector*). Metode 6SV ini adalah salah satu metode koreksi atmosfer untuk menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai pemantulan citra yang diambil oleh sensor satelit. Untuk mendapatkan nilai reflektan diperlukan 6 parameter yang perlu dimasukkan yaitu *Geometrical Condition*, *Atmospherical Model*, *Target And Sensor Altitude*, *Spectral Condition*, *Ground Reflectance*, dan *Signal*. Pada penelitian ini kanal yang digunakan adalah kanal 1 hingga 4. Kondisi parameter pada tabel 4.9 sebagian didapatkan dari metadata citra yang akan dikoreksi atmosfer. Pada parameter *spectral condition* kondisi yang dimasukkan adalah panjang gelombang masing-masing kanal yang digunakan, karena yang digunakan hanyalah 4 kanal, maka koreksi atmosfer dilakukan pada kanal tersebut. Berikut merupakan kondisi parameter citra Landsat-8 tanggal akuisisi 27 Oktober 2016

Tabel 4.9. Kondisi dan Parameter Koreksi Atmosferik 6SV

No.	Parameter	Kondisi
1	<i>Geometrical Condition:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Month</i></li> <li>- <i>Day</i></li> <li>- <i>Solar Zenithal Angle</i></li> <li>- <i>Solar Azimuthal Angle</i></li> <li>- <i>Sensor Zenithal Angle</i></li> <li>- <i>Sensor Azimuthal Angle</i></li> </ul>	10 27 55,49 147,18 -0,0001 178,71
2	<i>Atmospherical Model:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Atmospheric Model</i></li> <li>- <i>Aerosol Model</i></li> <li>- <i>Visibility</i></li> </ul>	<i>Midlatitude winter</i> <i>Maritime aerosol</i> 9,6 km
3	<i>Target And Sensor Altitude:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Target Altitude</i></li> </ul>	<i>Sea Level</i>

No.	Parameter	Kondisi
4	<i>Spectral Condition :</i>	0,43 – 0,53 0,52 – 0,60 0,63 – 0,68 0,84 – 0,88
5	<i>Ground Reflectance:</i> - <i>Ground reflectance type</i> - <i>Directional Effects</i>	<i>Humogeneous Ground</i> <i>No directional Effect</i>
6	<i>Signal :</i> - <i>Atmospheric correction model</i>	<i>Atmospheric correction with Lambertian ASSumption</i>

Berikut adalah hasil parameter koreksi atmosfer ( $X_a$ ,  $X_b$ ,  $X_c$ ) yang dilakukan pada Citra Landsat-8 L1T tanggal 27 Oktober 2016.

Tabel 4.10. Tabel Parameter Hasil Koreksi Atmosfer

Kanal	$X_a$	$X_b$	$X_c$
1	0,005	0,220	0,237
2	0,004	0,160	0,204
3	0,004	0,095	0,159
4	0,005	0,062	0,131

#### 4.3Konversi Reflektan BOA ke $R_{rs}(\lambda)$

Setelah melalui proses koreksi atmosfer, dan mendapatkan nilai reflektan yang telah terkoreksi, data reflektan-permukaan Landsat-8 dari USGS (SR-L) bersama dengan data reflektan-permukaan Landsat-8 (SR-6SV) tersebut diubah menjadi  $R_{rs}(\lambda)$  (*Remote Sensing Reflectance*)(dalam satuan  $sr^{-1}$ ) agar memiliki satuan yang sama dengan reflektan *insitu* yang direkam dengan *field spectroradiometer*. Nilai  $R_{rs}(\lambda)$  merupakan turunan dari pengukuran *radiance* dan *irradiance* menggunakan pendekatan *bio-optical model* (Budhiman, 2012). Nilai  $R_{rs}(\lambda)$  didapatkan dari rumus :

$$Rrs(\lambda) = \text{Reflektan} / \pi \quad (4.1)$$

Berikut adalah perbedaan hasil citra dalam reflektan dan  $Rrs(\lambda)$  beserta nilai statistiknya:



Gambar 4.10. Citra Landsat-8 L1T Dalam Format Reflektan

Tabel 4.11. Statistik Reflektan Band 1

#pixel total	1.029.549
Minimum	0,014
Maximum	2,402
Mean	0,094
Sigma	0,014
Median	0,093
P75 threshold	0,100
P80 threshold	0,102
P85 threshold	0,104
P90 threshold	0,1096
Max error	0,0024



Gambar 4.11. Citra Landsat-8 L1T Dalam Format  $Rrs(\lambda)$

Tabel 4.12. Statistik  $Rrs(\lambda)$  Band 1

#pixel total	1.029.549
Minimum	0,012
Maximum	0,5918
Mean	0,0359
Sigma	0,0041
Median	0,0354
P75 threshold	0,0374
P80 threshold	0,038
P85 threshold	0,0386
P90 threshold	0,0403
Max error	0,0005

Produk reflektan dan Reflektan remote sensing ( $Rrs(\lambda)$ ) secara visual tidak jauh berbeda bahkan dapat dikatakan sama. Namun nilai pixel kedua nya berbeda. Dimana nilai maksimum produk reflektan mencapai 2,4027 sedangkan nilai maksimum  $Rrs(\lambda)$  hanya 0,5918. Keduanya merupakan produk citra Landsat-8 level 1T tanggal 12 Maret 2014 pada Band 1.

#### 4.4 Dikali dengan bilangan skala faktor

Pada citra Landsat-8 *Surface Reflectance* dilakukan proses kalibrasi juga, namun dengan cara mengkalikan nilai reflektan dengan bilangan skala faktornya. Pada penelitian ini kanal yang

digunakan adalah kanal 1 hingga 4, maka bilangan skala faktor yang digunakan adalah 0,0001 atau dibagi 10.000 (USGS 2014). Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai fisik sebenarnya, sebagai contoh nilai reflektan-permukaan berkisar antara 0-10.000 sehingga harus dibagi 10.000 agar reflektan-permukaan nya dari 0-1. Berikut ini adalah hasil citra Landsat-8 SR sebelum dan sesudah di kalibrasi:



Gambar 4.12. Citra Landsat-8 SR sebelum dikalibrasi

Tabel 4.13. Statistik SR Band 1 sebelum dikalibrasi

#pixel total	1.311.025
Minimum	-2000
Maximum	13.252
Mean	483,7189
Sigma	146,1443
Median	481,8897
P75 threshold	547,2510
P80 threshold	577,5570
P85 threshold	608,2630
P90 threshold	638,7690
Max error	15,2530



Gambar 4.13. Citra Landsat-8 SR setelah dikalibrasi

Tabel 4.14. Statistik SR Band 1 setelah dikalibrasi

#pixel total	1.000.632
Minimum	-0,0287
Maximum	1,3252
Mean	0,0491
Sigma	0,0147
Median	0,0485
P75 threshold	0,0566
P80 threshold	0,0593
P85 threshold	0,0620
P90 threshold	0,0661
Max error	0,0014

Produk *Surface Reflectance* (SR) secara visual nampak berbeda antara sebelum dan sesudah dilakukan kalibrasi. Dimana produk SR sesudah dikalibrasi terlihat lebih jelas serta nilai pixel keduanya juga berbeda. Nilai maksimum dan minimum SR sebelum dikalibrasi adalah 13.252 dan -2000 sedangkan setelah dikalibrasi hanya 1,3252 dan -0.0287. Keduanya merupakan produk citra Landsat-8 *Surface Reflectance* tanggal 12 Maret 2014 pada Band 1.

#### 4.5 Validasi Produk $Rrs(\lambda)$ -6SV dan $Rrs(\lambda)$ -SR

Untuk menguji akurasi nilai  $Rrs(\lambda)$  yang sudah terkoreksi dari efek atmosfer baik dengan metode 6SV ( $Rrs(\lambda)$ -6SV) atau yang sudah terkoreksi langsung dari USGS ( $Rrs(\lambda)$ -SR) dapat dilakukan dengan mencari rata-rata nilai pixel yang diekstrak dengan ukuran 3x3 di 5 titik stasiun pengamatan yang nantinya akan dibandingkan dengan  $Rrs(\lambda)$  in-situ. Penerapan regresi dilakukan pada nilai  $Rrs(\lambda)$  hasil pengolahan citra dan nilai  $Rrs(\lambda)$  data insitu.

Uji korelasi ini dilakukan dengan menggunakan regresi linier sederhana yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara hasil pengolahan data citra dan data lapangan serta menggunakan fungsi koefisien determinasi ( $R^2$ ). Setelah diketahui nilai korelasi masing-masing  $Rrs(\lambda)$ , maka dilakukan uji validasi untuk mengetahui apakah metode yang digunakan sesuai atau tidak. Uji validasi pada penelitian ini menggunakan metode *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) dengan toleransi absolut error sebesar  $\leq 30\%$  (Jaelani 2016) serta menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE). Berikut ini adalah tabel hasil perhitungannya:

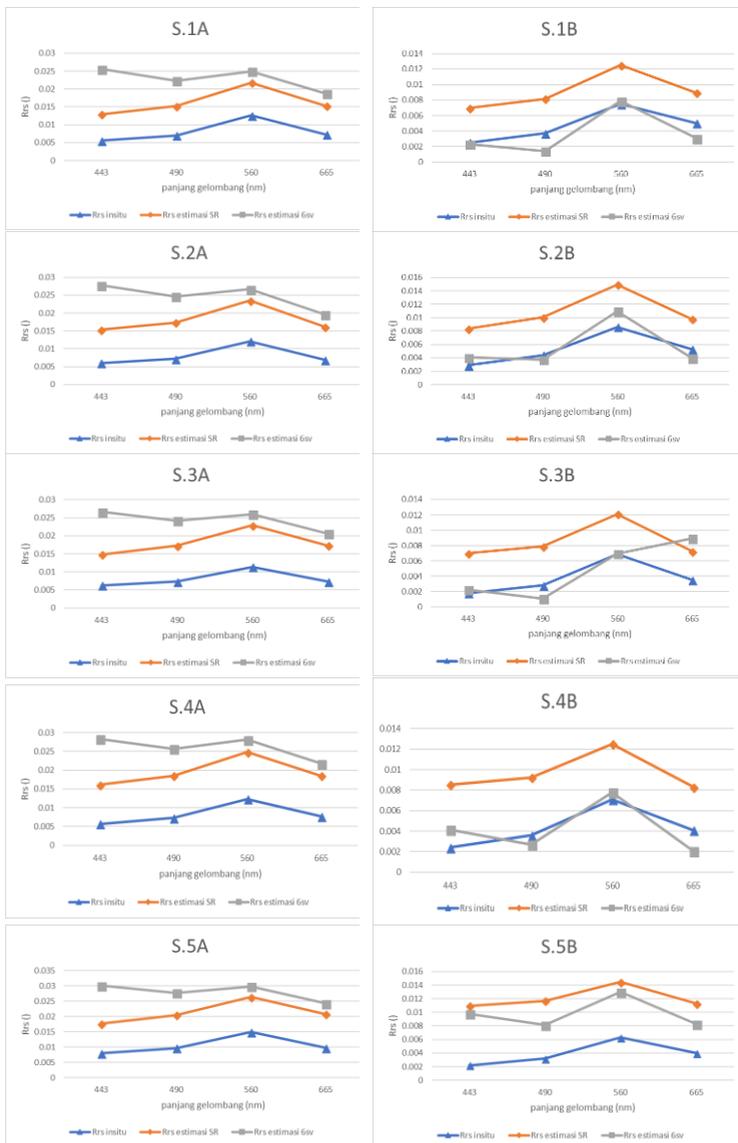
Tabel 4.15. Hasil perhitungan data  $Rrs(\lambda)$  in-situ dengan  $Rrs(\lambda)$ -SR

Tanggal	Stasiun	( $R^2$ )	r	NMAE (%)	RMSE
12 Maret 2014	1A	0,996	0,998	107,558	0,008
	2A	0,992	0,996	130,972	0,010
	3A	0,980	0,990	127,420	0,010
	4A	0,996	0,998	144,872	0,011
	5A	0,986	0,993	105,285	0,011
27 Oktober 2016	1B	0,974	0,987	111,405	0,004
	2B	0,947	0,973	118,357	0,006
	3B	0,913	0,956	163,409	0,005
	4B	0,837	0,915	147,671	0,005
	5B	0,870	0,933	243,667	0,008
Rata-rata		0,949	0,974	140,062	0,008

Tabel 4.16. Hasil perhitungan data  $Rrs(\lambda)$  in-situ dengan  $Rrs(\lambda)$ -6SV

Tanggal		Stasiun	(R <sup>2</sup> )	r	NMAE (%)	RMSE
12 Maret 2014		1A	0,052	0,228	207,844	0,015
		2A	0,065	0,255	227,237	0,017
		3A	0,060	0,245	216,174	0,017
		4A	0,042	0,205	240,557	0,018
		5A	0,055	0,235	177,371	0,018
27 Oktober 2016		1B	0,823	0,907	28,565	0,002
		2B	0,819	0,905	26,979	0,002
		3B	0,329	0,574	60,740	0,003
		4B	0,573	0,757	39,288	0,001
		5B	0,545	0,738	177,870	0,006
Rata-rata			0,336	0,505	140,263	0,010

Hasil rata-rata koefisien determinasi ( $R^2$ ) antara  $Rrs(\lambda)$  in-situ dengan  $Rrs(\lambda)$ -SR adalah sebesar 0,949 yang menandakan data insitu sangat berpengaruh terhadap data estimasi sedangkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) antara  $Rrs(\lambda)$  in-situ dengan  $Rrs(\lambda)$ -6SV rata-ratanya hanya sebesar 0,336. Nilai koefisien korelasi (r) antara  $Rrs(\lambda)$  in-situ dengan  $Rrs(\lambda)$ -SR berbanding lurus dengan nilai  $R^2$  nya yaitu 0,974 yang menandakan adanya keeratan hubungan antar kedua produk ini, sedangkan nilai korelasi antara  $Rrs(\lambda)$  in-situ dengan  $Rrs(\lambda)$ -6SV hanya berkisar 0,505. Untuk nilai rata-rata  $RMSE$  dan  $NMAE$  yang dihasilkan oleh  $Rrs(\lambda)$  in-situ dengan  $Rrs(\lambda)$ -SR adalah sebesar 0,008 dan 140,062%. Sementara  $RMSE$  dan  $NMAE$  untuk  $Rrs(\lambda)$  in-situ dengan  $Rrs(\lambda)$ -6SV rata-ratanya sebesar 0,010 dan 140,263%. Jika melihat nilai  $NMAE$  yang dihasilkan oleh  $Rrs(\lambda)$ -6SV dan  $Rrs(\lambda)$ -SR keduanya memiliki nilai  $NMAE$  yang cukup besar sehingga belum bisa digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh karena nilai  $NMAE$  masih dibawah syarat minimum yaitu  $\leq 30\%$ .



Gambar 4.14. Grafik Perbandingan  $Rrs(\lambda)$ -insitu,  $Rrs(\lambda)$ -SR dan  $Rrs(\lambda)$ -6SV

Gambar diatas menampilkan grafik perbandingan hasil antara  $Rrs(\lambda)$ -6SV,  $Rrs(\lambda)$ -SR dan  $Rrs(\lambda)$  in-situ pada 10 titik stasiun pengamatan. Stasiun 1A-5A merupakan data  $Rrs(\lambda)$  yang direkam pada Tanggal 12 Maret 2014 sedangkan stasiun 1B-5B data yang direkam pada tanggal 27 Oktober 2016.

Dapat dilihat dari ke-10 grafik tersebut bahwa nilai  $Rrs(\lambda)$  in-situ berada di bawah kedua nilai  $Rrs(\lambda)$ -6SV, dan  $Rrs(\lambda)$ -SR dan ketiga nya memiliki bentuk spektral yang berbeda. Melihat data *visibility horizontal* pada saat pengukuran dilapangan sebesar 9,6 hingga 9,8 km, yang artinya kondisi atmosfer diatas Danau Kasumigaura sangat jernih pada waktu itu, maka kontribusi dari *aerosol scattering* pada data yang direkam oleh sensor adalah sangat kecil. Efek atmosfer pada kondisi tersebut sebagian besar berasal dari *Rayleigh scattering*. Namun, pada gambar dibawah menunjukkan nilai  $Rrs(\lambda)$  6SV dan  $Rrs(\lambda)$ -SR memiliki nilai yang jauh lebih tinggi dari  $Rrs(\lambda)$  in-situ. Hal tersebut dapat terjadi karena  $Rrs(\lambda)$  6SV dan  $Rrs(\lambda)$ -SR mengalami over-koreksi pada kontribusi aerosol.

#### 4.6 Distribusi Estimasi *Suspended Solid*

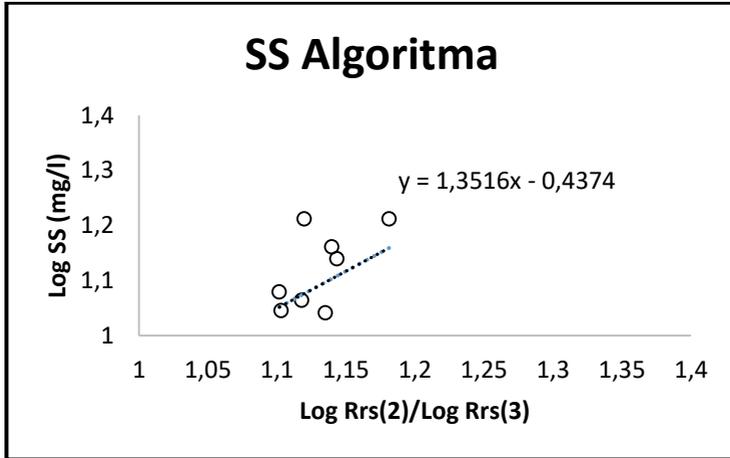
Seperti yang telah diketahui bahwa nilai  $Rrs(\lambda)$  dari kedua data yang digunakan tidak memenuhi syarat minimum NMAE untuk dapat dilakukan ekstraksi data kualitas air dari data penginderaan jauh. Namun, pada penelitian ini akan tetap dilakukan ekstraksi parameter kualitas air yang berupa *Suspended Solid (SS)* sebagai bukti bahwa nilai NMAE yang tidak memenuhi syarat akan berdampak pada kesalahan hasil ekstraksi.

Algoritma yang digunakan untuk menghitung nilai estimasi *SS* adalah algoritma model Jaelani (2016).

$$\log(SS) = 1,5212 \left( \frac{\log R_{rs}(\lambda_2)}{\log R_{rs}(\lambda_3)} \right) - 0,3698 \quad (4.13)$$

Algoritma ini akan dikembangkan untuk mencocokkan area studi yang digunakan dalam penelitian. Pembentukan

algoritma baru diperoleh berdasarkan pada regresi algoritma yang terbentuk dari perbandingan antara  $SS$  dan  $Rrs(\lambda)$  in-situ. Dari perbandingan ini, akan menghasilkan persamaan regresi linier ( $y = ax + b$ ).



Gambar 4.14. Perbandingan Grafik antara insitu  $SS$  dan  $Rrs(\lambda)$

Dari hasil perhitungan ini maka didapatkan algoritma baru untuk mengekstrak konsentrasi  $SS$  pada Danau Kasumigaura yaitu sebagai berikut :

$$\log(SS) = 1,352 \left( \frac{\log R_{rs}(\lambda_2)}{\log R_{rs}(\lambda_3)} \right) - 0,437 \quad (4.14)$$

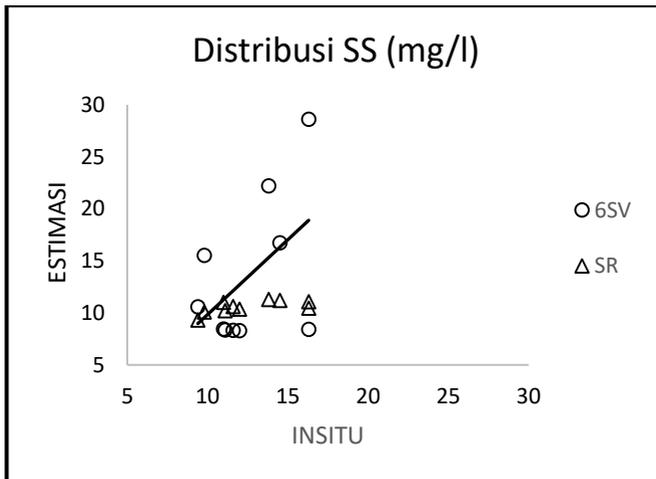
Dari tabel 4.17 kita dapat melihat bahwa nilai estimasi  $SS$  memiliki jarak yang cukup jauh dengan  $SS$  insitu. Hal ini karena kesalahan relatif besar (dapat dilihat pada Tabel 4.18), oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa persyaratan minimum nilai NMAE harus dipenuhi ketika data penginderaan jauh akan digunakan untuk ekstraksi data parameter kualitas air sehingga data yang diperoleh sesuai dengan situasi yang sebenarnya.

Tabel 4.17. Perbandingan Konsentrasi SS perkiraan dan SS insitu

Tanggal	Stasiun	Konsentrasi SS (mg/l)		
		Insitu	SR	6SV
12 Maret 2014	1A	11	11,012	8,440
	2A	11,6	10,631	8,334
	3A	12	10,385	8,296
	4A	16,3	10,468	8,412
	5A	11,1	10,224	8,345
27 Oktober 2016	1B	13,8	11,292	22,200
	2B	14,5	11,191	16,750
	3B	16,3	11,087	28,611
	4B	9,8	10,090	15,523
	5B	9,4	9,311	10,580

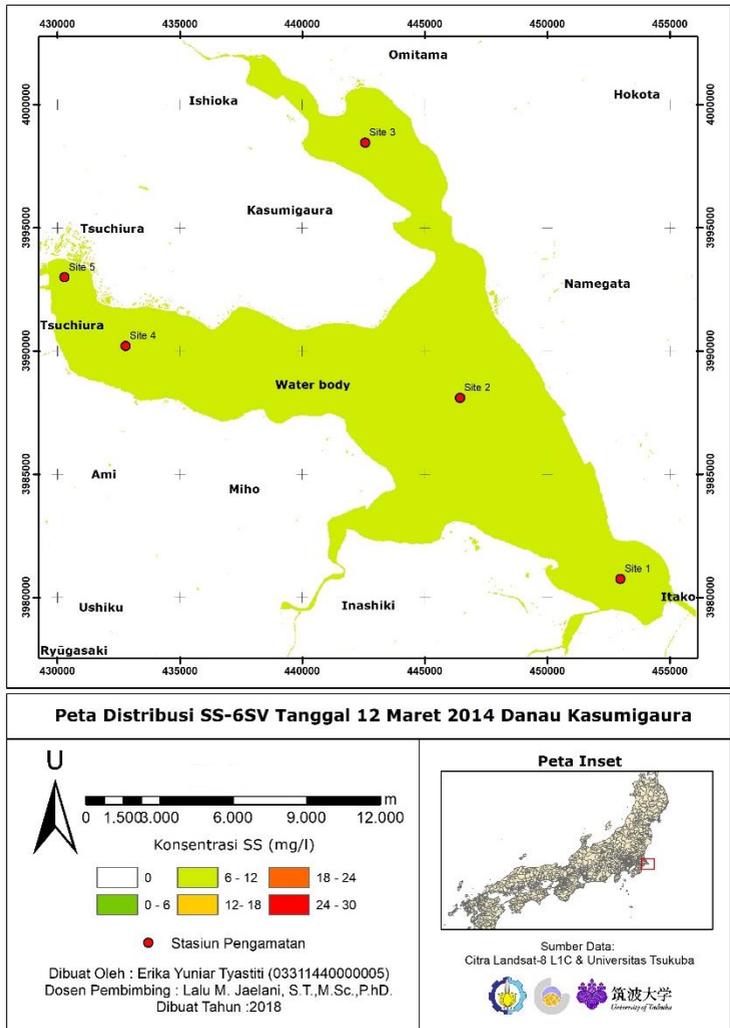
Tabel 4.18. Hasil perhitungan  $R^2$ ,  $RMSE$ , dan  $NMAE$  dari SS

Metode koreksi	( $R^2$ )	NMAE (%)	RMSE (mg/l)
6SV	0,255	37,836	6,017
SR	0,409	14,246	2,878

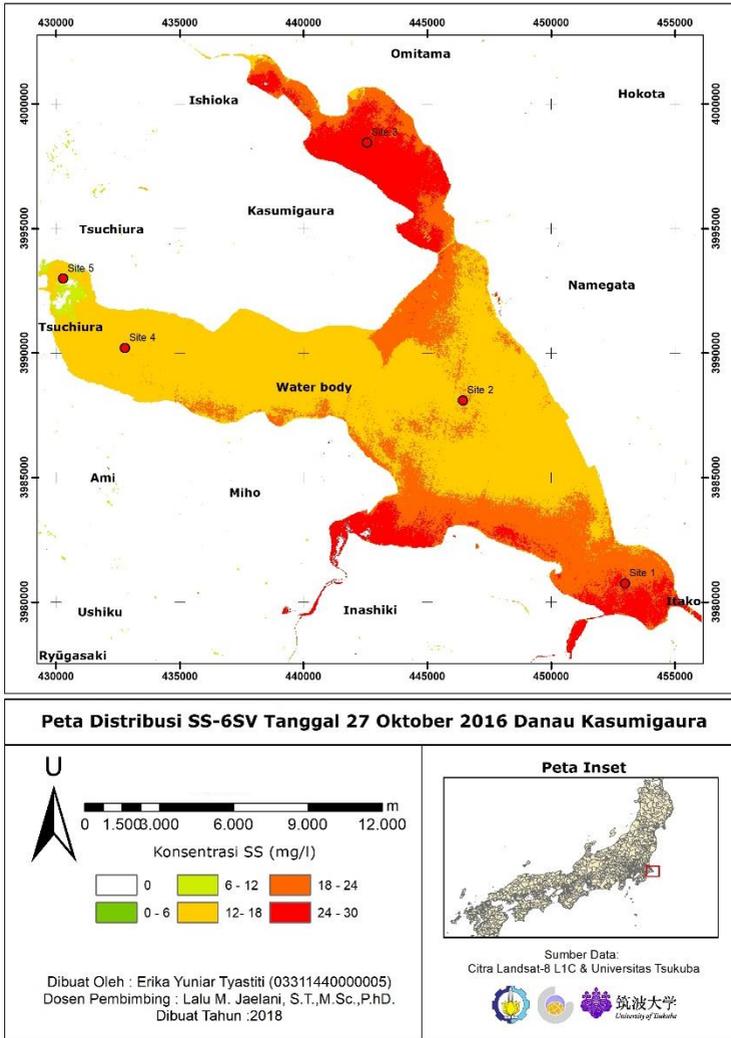


Gambar 4.15. Grafik Distribusi SS antara SS Estimasi dan Insitu

Perubahan nilai *SS* dari tiap citra dapat dilihat pada peta persebaran *SS* berikut ini:



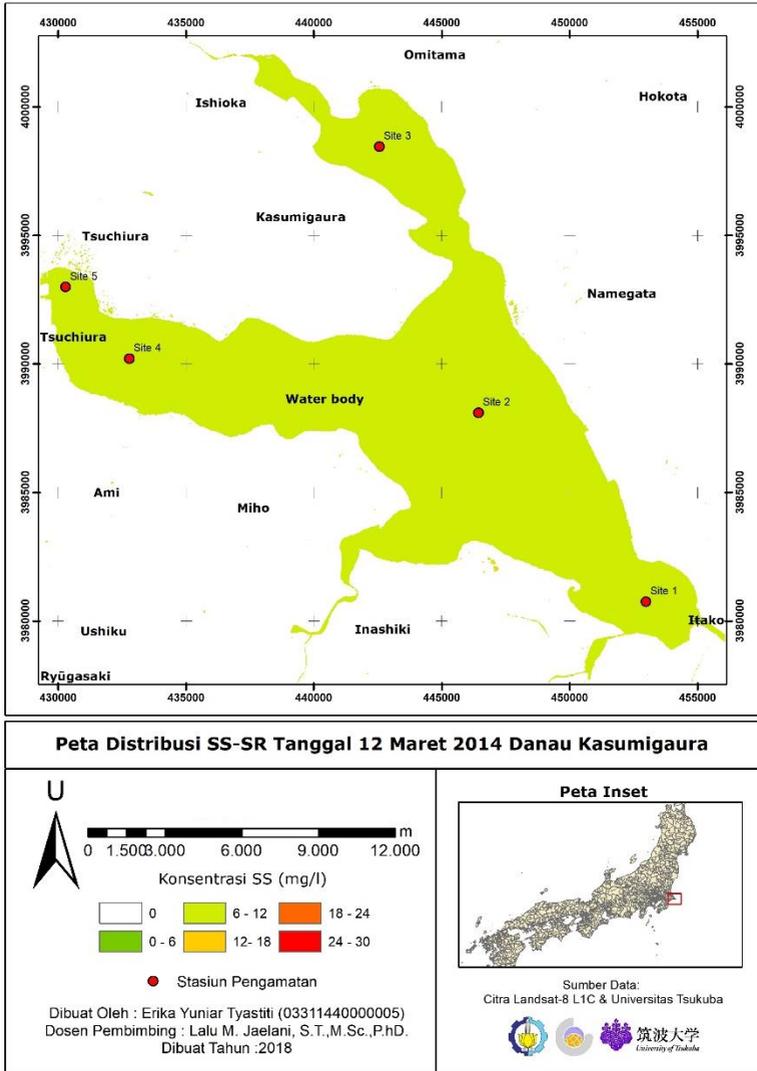
Gambar 4.16. Peta Distribusi SS-6SV Tanggal 12 Maret 2014



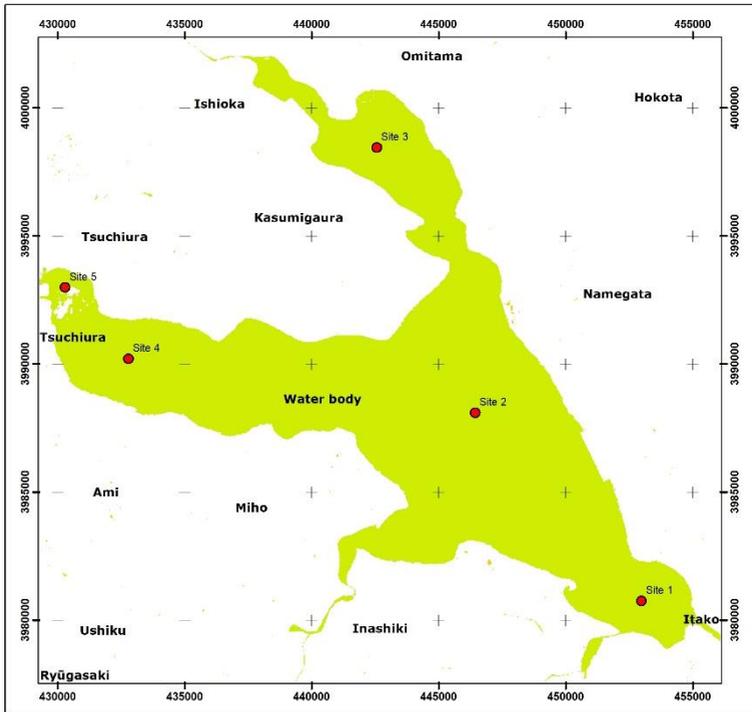
Gambar 4.17. Peta Distribusi SS-6SV Tanggal 27 Oktober 2016

#### 4.6.1 Analisa sebaran SS hasil koreksi atmosfer metode 6SV

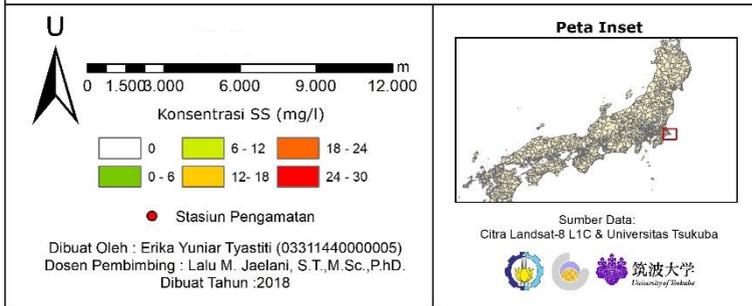
Peta distribusi SS dibagi menjadi 6 kelas, dengan rentang warna dari hijau ke merah sedangkan untuk hitam adalah daerah daratan. Pada citra hasil koreksi metode 6SV tanggal 12 Maret 2014 ini memiliki distribusi SS rata-rata pada  $\geq 6$  mg/l, sehingga memiliki warna hijau yang dominan namun dibebberapa sisi terdapat warna merah yang menggambarkan adanya konsentrasi SS yang lebih tinggi. Sedangkan pada citra tanggal 27 Oktober 2016 distribusi SS sangat tinggi yaitu berkisar antara 12-30 mg/l sehingga didominasi oleh warna kuning dan merah. nilai SS terbesar berada di sisi utara danau, dan pantai danau. Ini karena danau utara adalah muara sungai Koiso, yang menyebabkan distribusi besar partikel yang mengalir dari daratan melalui sungai ke danau. Lokasi muara sungai sangat dipengaruhi oleh aktivitas nelayan dan aktivitas hidro oseanografi yang tinggi membuat muara sungai telah meningkatkan nilai kekeruhan karena nilai SS yang tinggi. Namun hasil ini tidak memiliki akurasi yang baik karena pada citra hasil koreksi atmosfer metode 6SV ini memiliki nilai perhitungan *NMAE* yang cukup besar yaitu 140,263% pada data *Rrs( $\lambda$ )* nya dan perbedaan sebesar 6,017 mg/l terhadap data SS insitu.



Gambar 4.18. Peta Distribusi SS-SR Tanggal 12 Maret 2014



**Peta Distribusi SS-SR Tanggal 27 Oktober 2016 Danau Kasumigaura**



Gambar 4.19.Peta Distribusi SS-SR Tanggal 27 Oktober 2016

#### 4.6.2 Analisa sebaran SS citra Landsat-8 SR

Pada kedua citra Landsat-8 hasil koreksi atmosfer langsung dari USGS ini memiliki konsentrasi distribusi SS yang hampir sama diseluruh bagian dari danau yang berkisar antara 6-12 mg/l. Dimana, dapat dikatakan bahwa dalam rentang 2 tahun yaitu 2014 hingga 2016 konsentrasi distribusi SS tidak mengalami perubahan yang signifikan bahkan sama (tetap). Namun hasil ini tidak memiliki akurasi yang tinggi karena pada citra Landsat-8 hasil koreksi atmosfer langsung dari USGS ini memiliki nilai perhitungan  $NMAE$  yang cukup besar yaitu 140,062% pada data  $Rrs(\lambda)$  nya dan perbedaan sebesar 2,878 mg/l terhadap data SS insitu.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Validasi Produk Reflektan Permukaan Landsat-8 Menggunakan Data Insitu di Danau Kasumigaura, maka didapatkan beberapa kesimpulan akhir yaitu:

- a. Perbandingan nilai  $Rrs(\lambda)$ -6SV dan  $Rrs(\lambda)$ -SR dapat dilihat dari korelasinya ( $R^2$ ) yaitu  $Rrs(\lambda)$ -L memiliki korelasi lebih tinggi yaitu sebesar 0,926 dibandingkan dengan  $Rrs(\lambda)$ -6SV yang hanya 0,123 serta besarnya  $NMAE$  serta  $RMSE$  yang dihasilkan  $Rrs(\lambda)$ -6SV dan  $Rrs(\lambda)$ -SR ini secara berturut-turut adalah 140,262%; 0,012 dan 140,061%; 0,008.
- b. Data Landsat-8 *Surface Reflectance* belum memiliki akurasi yang tinggi untuk digunakan secara langsung mengekstrak parameter kualitas air dari data penginderaan jauh karena nilai  $NMAE$  yang dihasilkan masih di bawah syarat minimum (30%), pada penelitian ini  $NMAE$  yang dihasilkan adalah sebesar 140,061%.
- c. Nilai  $SS$  estimasi baik  $SS$ -6SV maupun  $SS$ -SR memiliki selisih yang jauh dengan  $SS$ -insitu. Hal tersebut dikarenakan  $RMSE$  yang dihasilkan relatif besar yaitu 6,017 untuk  $SS$ -6SV dan 2,877 untuk  $SS$ -SR. Hal tersebut juga dilatarbelakangi oleh data  $Rrs(\lambda)$  yang digunakan untuk mengekstrak informasi  $SS$  tidak memenuhi syarat karena memiliki nilai  $NMAE$  yang masih dibawah syarat minimum

## 5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diterapkan untuk penelitian selanjutnya :

- a. Pada penelitian ini terdapat kendala yang cukup besar yaitu pada saat penentuan parameter metode koreksi atmosfer 6SV. Dimana pada parameter *Geometrical Condition* terdapat beberapa data yang harus diinput yang meliputi *Solar zenithal angle*, *Solar azimuthal angle*, *Sensor zenithal angle* dan *Sensor azimuthal angle*. Pada tahap ini seringkali peneliti mengalami kesalahan akibat kurangnya pemahaman pada setiap parameternya. Oleh karena itu sebelum melakukan koreksi atmosfer sangat dianjurkan untuk mencari referensi terkait dengan hal tersebut agar nantinya tidak terjadi perambatan kesalahan seperti yang saya alami.
- b. Pengambilan sampel data insitu sebaiknya tersebar secara merata di sepanjang daerah studi dengan minimal 30 titik pengamatan dan diambil 3x pada setiap titiknya agar data yang diperoleh lebih akurat
- c. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk pengolahan data spektral citra dari proses paling awal hingga akhir hendaknya dilakukan pada 1 *software* saja agar mengurangi perambatan kesalahan. Namun jika akan digunakan sebagai pembandingan maka sangat dianjurkan menggunakan beberapa *software* agar terbukti secara pasti bahwa hasil yang diperoleh sudah benar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aris, Tomi. 2014. Spesifikasi dan Sensor Satelit Landsat-8. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.
- Barret, R. B dan L. F. Curtis. 1982. *Introduction to environmental remote sensing*. Chapman and Hall. London. 352 h.
- Budhiman , S, dan Parwati, Ety. 2014. Simulasi nilai reflektansi penginderaan jauh (remote sensing reflectance) parameter kualitas perairan menggunakan perangkat lunak WASI. Vol. V No. 7 Juli 2014. LAPAN : Jakarta.
- Effendi, H. 2000. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.
- GISAGMaps. 2013. Landsat 8 Atmospheric Correction Includes COST, DOS, and TOA reflectance. <http://www.gisagmaps.com/landsat-8-atco-guide/>. Diakses pada 14 Januari 2018.
- Gordon HR, M and Wang. 1994. Retrieval of water-leaving radiance and aerosol optical thickness over the oceans with SeaWiFS: a preliminary algorithm. Applied Optics, Vol. 33, No. 3, 443–452.
- Han, Luoheng, Karen JJ. 2005. Estimating and mapping chlorophyll- a concentration in Pensacola Bay, Florida using Landsat ETM+ data. International Journal of Remote Sensing, Vol. 26, No. 33, 5245–5254.
- Hasyim, B. 1997. Optimasi Penggunaan Data Inderaja dan Sistem Informasi Geografi untuk Pengawasan Kualitas Lingkungan Pantai akibat Limbah Industri. Dewan riset Nasional. Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi. Jakarta.
- Jaelani, L.M. 2015. Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat Menggunakan Data *In Situ* Di Danau Kasumigaura, Jepang. Teknik Geomatika ITS. Surabaya.

- Jaelani, L.M. 2015. Kalibrasi Radiometrik. <http://lmjaelani.com/tag/kalibrasi-radiometrik/>. Diakses pada 17 Januari 2018.
- Jaelani, L. M. 2014. Development of a New Atmospheric Correction Algorithm for Turbid Inland Waters. Tsukuba University. Jepang.
- Kusumawidagdo, M. 1987. Processing of MSS Landsat Image to Enhance Water Feature in Proceeding of the Joint Workshop of Remote Sensing of the Sea Participation in The Snellius Expedition 1984. LAPAN. Jakarta. 55-61 h.
- Landsat USGS. <http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>. Diakses pada 2 Januari 2018.
- LAPAN. 2000. *Landsat 7 a Mission Overview. Proceedings in LAPAN-DLR Workshop on Remote Sensing for Coastal and Marine Application*. Jakarta 1 Maret 2000. LAPAN. Jakarta.
- Lestari, I.B. 2009. Pendugaan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta dengan Citra Satelit Landsat. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor
- Libes S. M. 1992. *An Introduction To Marine Biogeochemistry*. John Willey & Sons, Inc.
- Lillesand, T. M. dan F. W. Kiefer. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra in R. Dulbahri (Ed). Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 725 h.
- Mobley CD. 1999. Estimation of the remote-sensing reflectance from above-surface measurements. *Applied Optics*, Vol. 38, No. 36, 7442–7455.
- Nas, B., Ekercin, Semih., Karabörk, Hakan., Berktaş, A., & Mulla, D.J. 2010. *An Application of Landsat-5TM Image Data for Water Quality Mapping in Lake Beysehir, Turkey*. *Water Air Soil Pollution Journal*, 212, 183–197.
- Ritchie, Jerry C., Zimba, Paul V., & Everitt, James H., 2003. *Remote Sensing Techniques to Assess Water Quality*.

- Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 69, No. 6, Hal. 695-704. Amerika Serikat
- Robinson, I. S. 1985. *Satellite Oceanography: an Introduction for Oceanographers and Remote Sensing Scientist*. Ellis Harvard Limied, Chiester, England. 455 h.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sediadi, A. 2011. *Status Eutrofikasi di Perairan Teluk Jakarta*. *Disertasi*. Fakultas MIPA UI. Depok
- Souma, Kunika. 2016. *Efforts to Improve Water Quality in Lake Kasumigaura by The Ibaraki Prefectural Government*. Pemerintahan Ibaraki, Jepang.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung Alfabeta.
- USGS.2013.<https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study>. Dikunjungi pada 18 Januari 2018, Pukul 21:34.
- USGS. 2015. <https://lta.cr.usgs.gov/L8Level2SR>. Dikunjungi pada 17 Januari 2018, Pukul 21:00
- Vermote EF, Tanre D, Deuze JL, Herman M, Morcette JJ. 1997. *Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: an overview*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 35, No. 3, 675–686.
- Vermote, Eric. 2016. *Preliminary analysis of the performance of the Landsat 8/OLI land surface reflectance product*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Penulis, Erika Yuniar Tyastiti, dilahirkan di Temanggung, 24 Juni 1996, merupakan anak pertama dari Bapak Sigit Utomo dan Ibu Munarti. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Sedyo Utomo, SDN 1 Walitelon Selatan, SMPN 5 Temanggung, dan SMAN 1Kertosono dan lulus pada tahun 2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Negeri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Jurusan Teknik Geomatika lewat jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis cukup aktif di organisasi intra kampus yaitu sebagai staff Departemen Daya-Cipta Kreasi Mahasiswa periode 2015-2017 dan staff Departemen Dalam Negeri BEM FTSP tahun 2015-2016. Selain itu penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD dan LKMM TD. Penulis pernah mengikuti kegiatan Kerja Praktek/ Magang di BPOL Bali selama satu bulan. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian Penginderaan Jauh, dengan Judul Tugas Akhir “Validasi Produk Reflektan Permukaan Landsat-8 Menggunakan Data Insitu (Studi Kasus: Danau Kasumigaura Jepang)”. Kontak penulis adalah [erykayuniar80@gmail.com](mailto:erykayuniar80@gmail.com).