



**TUGAS AKHIR - RG141536**

**STUDI *TOTAL SUSPENDED SOLID* DAN  
TRANSPARANSI PERAIRAN MENGGUNAKAN CITRA  
SATELIT WORLDVIEW-2 SEBAGAI FAKTOR  
PEMBATAS PERTUMBUHAN TERUMBU KARANG  
(Studi Kasus : Perairan PLTU Paiton, Kabupaten  
Probolinggo)**

**MUZANI ALI SHODIQIN**  
NRP 3511 100 001

Dosen Pembimbing  
Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**FINAL ASSIGNMENT - RG141536**

**STUDY OF *TOTAL SUSPENDED SOLID* AND  
TRANSPARENCY OF SEA WATERS USING  
WORLDVIEW-2 SATELLITE IMAGERY AS A CORAL  
REEF'S GROWTH RATE LIMITATION FACTOR  
(Case Study : PLTU Paiton's Coastal Waters,  
Probolinggo)**

**MUZANI ALI SHODIQIN**  
NRP 3511 100 001

Advisor  
Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT**  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016

**STUDI *TOTAL SUSPENDED SOLID* DAN  
TRANPARANSI PERAIRAN MENGGUNAKAN  
CITRA SATELIT WORLDVIEW-2 SEBAGAI  
FAKTOR PEMBATAS PERTUMBUHAN TERUMBU  
KARANG**

(Studi Kasus : Perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo)

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Jurusan S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**MUZANI ALI SHODIQIN**  
NRP 3510 100 001

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



Dah Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D

NIP. 08012212003 12 1 00 1

**SURABAYA, JANUARI 2016**

**STUDI *TOTAL SUSPENDED SOLID* DAN  
TRANSPARANSI PERAIRAN MENGGUNAKAN  
CITRA SATELIT WORLDVIEW-2 SEBAGAI  
FAKTOR PEMBATAS PERTUMBUHAN TERUMBU  
KARANG**

(Studi Kasus : Perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo)

**Nama Mahasiswa** : Muzani Ali Shodiqin  
**NRP** : 3511 100 001  
**Jurusan** : Teknik Geomatika FTSP - ITS  
**Dosen Pembimbing** : Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc,  
**Ph.D**

**Abstrak**

Terumbu karang merupakan ekosistem unik perairan tropis dengan tingkat kesuburan, keanekaragaman biota, dan nilai estika yang tinggi, namun juga termasuk biota yang paling peka terhadap perubahan kualitas lingkungan. Termasuk juga pada terumbu karang yang berada di perairan PLTU Paiton, dimana dengan aktifitas sebagai pembangkitan listrik dapat menyebabkan perubahan kualitas lingkungan perairan PLTU Paiton yang signifikan, yang akan mempengaruhi faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang. Dijelaskan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, dimana faktor TSS dan transparansi merupakan faktor penting dalam pertumbuhan dan kehidupan terumbu karang, sehingga diperlukan pemantauan konsentrasi TSS dan transparansi untuk monitoring kondisi terumbu karang tersebut.

Dalam penelitian ini dikembangkan algoritma empiris yang sesuai untuk estimasi konsentrasi TSS dan transparansi perairan serta untuk pemetaan konsentrasi TSS dan transparansi

di perairan PLTU Paiton menggunakan metode penginderaan jauh dengan data citra satelit Worldview – 2.

Algoritma empiris yang sesuai untuk estimasi konsentrasi TSS adalah persamaan regresi model polinomial orde 2 dengan transformasi kromatisiti kanal 3 yaitu  $TSS = 3365x^2 - 910,33x + 63,507$ , sedangkan algoritma untuk transparansi perairan adalah persamaan model regresi eksponensial dengan transformasi rasio logaritma kanal 1 dengan logaritma kanal 3 yaitu  $\text{transparansi} = 1000000000e^{-24,93x}$ .

Konsentrasi TSS di perairan PLTU Paiton memiliki nilai yang sangat normal dimana antara 5 mg/L – 20 mg/L, sedangkan nilai transparansi di PLTU Paiton termasuk memiliki transparansi tinggi yaitu rata-rata antara 15 – 25 meter.

Dari hasil zonasi di perairan PLTU Paiton, wilayah perairan yang sesuai untuk kehidupan terumbu karang seluas 14,227 km<sup>2</sup>, sedangkan wilayah yang kurang sesuai untuk kehidupan terumbu karang seluas 2,293km<sup>2</sup>.

Kata Kunci : PLTU Paiton, Terumbu Karang, TSS, Transparansi, Worldview-2, Pemetaan, Zonasi.

# **STUDY OF TOTAL SUSPENDED SOLID AND TRANSPARENCY OF SEA WATERS USING WORLDVIEW-2 SATELLITE IMAGERY AS A CORAL REEF'S GROWTH RATE LIMITATION FACTOR**

(Case Study: PLTU Paiton's Coastal Waters, Probolinggo)

**Student Name** : Muzani Ali Shodiqin  
**NRP** : 3511 100 001  
**Departement** : Geomatics Engineering, FTSP - ITS  
**Advisor** : Lalu M. Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D

## ***Abstract***

*Coral reef is one of the tropical ocean's ecosystem equipped with not only high fertility rate, diverse biota and high aesthetics value but also act as a sensitive indicator of environment's quality changes. One of those is located in coastal area of PLTU Paiton, East Java; where huge activity of electricity generation could alter the quality of PLTU Paiton's surrounding waters significantly, which become one of a kind of coral reef's growth rate limitation factor. Decreed in Environment Minister Decree Number 51, 2004 about Sea Water's Quality Standard for Oceanic Biota; TSS and transparency of sea water are two of important factors for coral reef's growth and quality of life. Those lead to an urgency of monitoring effort for TSS and transparency condition of sea waters in order to understand the condition of corresponding coral reefs.*

*This research's purpose was to apply an empirical developed algorithm for TSS concentration and sea waters transparency estimation using remote sensing method, then the obtained results used for TSS concentration and sea waters*

*transparency estimation mapping of PLTU Paiton's coastal waters. Data used in this research were Worldview-2 satellite imagery.*

*The result of this research was application of an empirical algorithm for TSS concentration estimation the 2<sup>nd</sup> order polynomial regression model which used band 3 as the chromaticity transformation band, formed in  $TSS = 3365x^2 - 910.33x + 63.507$ . Another result was exponential regression model which used ratio of band 1 and band 3 as the transformation, formed in  $transparency = 1000000000e^{-24.93x}$ .*

*Based on the research's empirical algorithm, PLTU Paiton's coastal waters had normal TSS concentration, valued from 5 mg/L to 20 mg/L, while its transparency value was 15-25 meters; it classified as high-transparent sea waters.*

*A zonal analysis was also done in this research to classify places suited for coral reefs, and 14.227 km<sup>2</sup> was regarded as viable area for coral reefs, while 2.293 km<sup>2</sup> classified otherwise.*

*Keyword: PLTU Paiton, Coral Reefs, TSS, Transparency, Worldview-2, Mapping, Zonal Analysis*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala kekuatan, kesabaran, dan kesehatan yang diberikan oleh-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Studi Total Suspended Solid dan Transparansi Perairan Menggunakan Citra Satelit Worldview – 2 sebagai Faktor Pembatas Pertumbuhan Terumbu Karang (Studi Kasus : Perairan PLTU Paiton, Kab. Probolinggo)”** yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan studi Sarjana pada Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dengan ini penulis menghaturkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan. Tidak lupa penulis ucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ali Zubaidi dan Ibu Siti Aisah, selaku orang tua penulis beserta keluarga besar di Demak, Jawa Tengah yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi.
2. Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Bidik Misi tahun 2011 – 2015.
3. Bapak Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D. selaku dosen pembimbing, atas waktu, saran dan arahan serta kesabaran yang telah diberikan selama ini.
4. Ibu Dra. Dian Saptarini, M.Sc atas waktu, dan saran dalam pengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak M. Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika.



6. Bapak Khomsin, ST. MT, selaku ketua prodi Teknik Geomatika sekaligus sebagai koordinator mata kuliah Tugas Akhir yang memberi arahan dengan kesabaran.
7. Segenap Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Geomatika ITS yang membantu dalam proses administrasi maupun konsultasi.
8. Sahabati Ana Fitria atas dukungan dan kesabaran yang telah diberikan selama ini.
9. Segenap Keluarga Besar HIMAGE-ITS khususnya angkatan G13 atas dukungan yang telah diberikan selama ini
10. Segenap Sahabat/i PMII Sepuluh Nopember, UKM Cinta Rebana - ITS, dan Santri PP. Darus Salam Keputih, yang telah mendukung dan motivasi yang telah diberikan selama ini.
11. Segenap Jajaran Geosolution Surabaya yang telah mendukung dan motivasi dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kekhilafan, oleh karena itu penulis memohon maaf untuk sebesar – besarnya. Akhir kata, penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat memberikan tambahan wawasan serta manfaat kepada siapapun yang membacanya.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

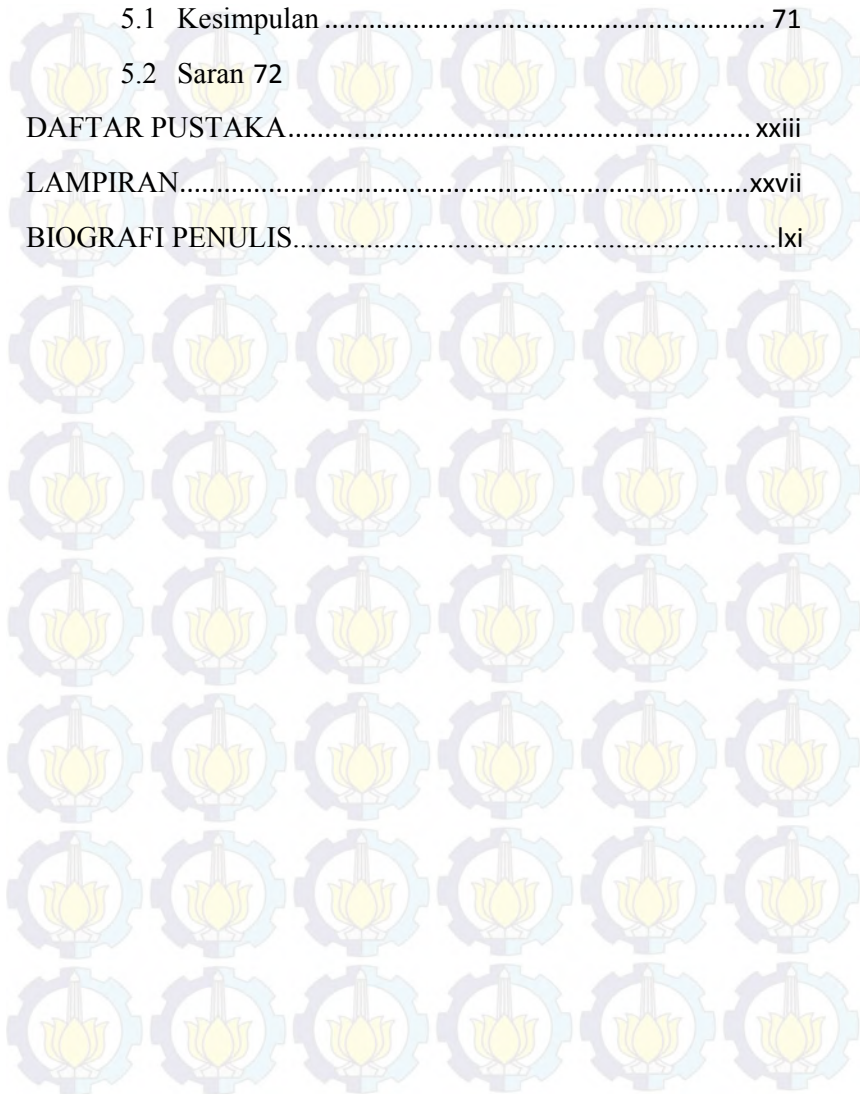
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Gambaran Wilayah Studi.....	5
2.1.1 Lokasi Penelitian .....	5
2.1.2 Kegiatan PLTU Paiton .....	6
2.2 Terumbu Karang.....	6

2.2.1	Penyebaran dan Keanekaragaman Terumbu Karang .....	7
2.2.2	Faktor Pembatas Terumbu Karang .....	8
2.3	Citra Satelit Worldview-2 .....	13
2.4	Koreksi Citra .....	15
2.4.1	Koreksi Geometrik.....	15
2.4.2	Koreksi Radiometrik.....	16
2.5	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	20
2.5.1	TSS Metode Gravimetri.....	21
2.5.2	TSS Metode Penginderaan Jauh .....	24
2.6	Transparansi Perairan.....	26
2.6.1	Transparansi Metode Alat Secchi Disk .....	27
2.6.2	Transparansi Metode Penginderaan Jauh ....	29
2.7	Penelitian Terdahulu .....	31
2.7.1	Penelitian TSS dan Transparansi Perairan...	31
2.7.2	Penelitian Kualitas Air dengan Worldview - 2.....	31
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI.....</b>	<b>33</b>
3.1	Lokasi Penelitian.....	33
3.2	Data dan Peralatan .....	34
3.3	Metodologi Penelitian .....	34
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN ANALISA .....</b>	<b>39</b>
4.1	Data .....	39

4.1.1	Data Citra Worldview - 2.....	39
4.1.2	Data Insitu Kualitas Air.....	39
4.2	Koreksi Citra Worldview – 2.....	40
4.2.1	Kalibrasi Radiometrik (Radian – Sensor)....	40
4.2.2	Koreksi Atmosfer (Reflektan – Permukaan)	42
4.3	Pengembangan Model Algoritma .....	45
4.3.1	Pengembangan Model Estimasi TSS.....	47
4.3.2	Pengembangan Model Estimasi Transparansi... ..	50
4.4	Validasi Data.....	53
4.4.1	Validasi Estimasi TSS dengan Data Insitu ..	53
4.4.2	Validasi Estimasi Transparansi dengan Data Insitu .....	55
4.5	Pemetaan Konsentrasi TSS dan Transparansi Perairan .....	58
4.5.1	Pemetaan Konsentrasi TSS.....	58
4.5.2	Pemetaan Transparansi Perairan.....	60
4.6	Analisa TSS dan Transparansi Terhadap Terumbu Karang.....	62
4.6.1	Analisa TSS Terhadap Pertumbuhan Terumbu Karang.....	62
4.6.2	Analisa Transparansi Perairan Terhadap Pertumbuhan Terumbu Karang .....	64
4.7	Zonasi Kehidupan Terumbu Karang.....	66

BAB V KESIMPULAN .....	71
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	xxiii
LAMPIRAN.....	xxvii
BIOGRAFI PENULIS.....	lxi



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lokasi perairan PLTU Paiton.....	5
Gambar 2.2	Ekosistem terumbu karang.....	8
Gambar 2.3	Satelit Worldview-2 .....	13
Gambar 2.4	Hubungan antara pantulan radiasi matahari dengan panjang gelombang pada Konsentrasi TSS yang ber-beda-beda di permukaan air.....	25
Gambar 2.5	Alat <i>Secchi Disk</i> .....	28
Gambar 2.6	kurva Spektral pada Beberapa Obyek .....	30
Gambar 3.1	Lokasi perairan PLTU Paiton.....	33
Gambar 3.2	Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	35
Gambar 3.3	Tahapan Pengolahan Data.....	37
Gambar 4.1	Kurva nilai radian – sensor terhadap panjang gelombang (nm).....	41
Gambar 4.2	Kurva nilai radian- sensor pada setiap stasiun pengamatan .....	41
Gambar 4.3	Lokasi Stasiun Pengamatan.....	42
Gambar 4.4	Kurva Nilai Reflektan – permukaan ( $sr^{-1}$ ) terhadap panjang gelombang (nm).....	44
Gambar 4.5	Kurva nilai reflektan – permukaan (%) terhadap stasiun pengamatan .....	44
Gambar 4.6	Model Hubungan Algoritma empiris Regresi Polino-mial orde 2 untuk Penentuan estimasi TSS di Perairan PLTU Paiton .....	51

Gambar 4.7	Model Hubungan Algoritma Empiris Regresi Eksponensial untuk Penentuan Transparansi Perairan di PLTU Paiton .....	54
Gambar 4.8	Hubungan Korelasi antara TSS estimasi dengan TSS data insitu.....	56
Gambar 4.9	Hubungan Korelasi Tanparansi antara Transparansi Estimasi dan data insitu.....	59
Gambar 4.10	Peta persebaran Konsentrasi Estimasi TSS di perairan PLTU Paiton.....	61
Gambar 4.11	Peta Persebaran Estimasi Transparansi di perairan PLTU Paiton.....	63
Gambar 4.12	Hubungan antara TSS Data Insitu dengan TSS Estimasi terhadap Stasiun Pengamatan .....	64
Gambar 4.13	Hubungan antara Transparansi Data Insitu dengan Transparasni Estimasi terhadap stasiun Pengamatan .....	66
Gambar 4.14	Peta Zonasi perairan dengan kesesuaian untuk kehidupan terumbu karang di PLTU Paiton.....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi citra Worldview-2.....	14
Tabel 2.2	Resolusi Spasial Worldview-2.....	15
Tabel 2.3	Nilai rata-rata kanal Spektral radian.....	19
Tabel 4.1	Data Citra Worldview - 2 .....	39
Tabel 4.2	Data Insitu Kualitas air di Perairan PLTU Paiton	40
Tabel 4.3	Stasiun Pengamatan Kualitas Air .....	42
Tabel 4.4	Koefisien Parameter Koreksi Atmosfer .....	43
Tabel 4.5	Bentuk Model Persamaan Regresi .....	46
Tabel 4.6	Transformasi reflektan variabel Bebas.....	48
Tabel 4.7	Algoritma Model TSS Perairan PLTU Paiton.....	50
Tabel 4.8	Algoritma Model Transparansi Perairan PLTU Paiton.....	53
Tabel 4.9	Nilai Estimasi dan Data Insitu TSS (mg/L).....	55
Tabel 4.10	Nilai NMAE TSS PLTU Paiton .....	57
Tabel 4.11	Nilai Estimasi dan Nilai Data Insitu Transparansi Perairan (m).....	58
Tabel 4.12	Nilai NMAE Transparansi PLTU Paiton .....	60
Tabel 4.13	Baku Mutu Air Laut untuk Terumbu Karang.....	69
Tabel 4.14	Kriteria Perairan Untuk Terumbu Karang.....	69
Tabel 4.15	Luasan Zonasi Perairan Kehidupan Terumbu Karang .....	70



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Meta Data Citra Worldview – 2

Lampiran 2 Hasil Perhitungan 6S

Lampiran 3 Nilai  $R^2$  pada perumusan Algoritma TSS

Lampiran 4 Nilai  $R^2$  pada perumusan Algoritma  
Transparansi



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### **1.1 Latar Belakang**

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem unik perairan tropis dengan tingkat kesuburan, keanekaragaman biota, dan nilai estetika yang tinggi, tetapi juga termasuk salah satu yang paling peka terhadap perubahan kualitas lingkungan. Peranan biofisik ekosistem terumbu karang sangat beragam, diantaranya sebagai tempat tinggal, tempat berlindung, tempat mencari makan, dan berkembang biak bagi beragam biota laut, disamping itu juga berperan sebagai penahan gelombang dan ombak terhadap pengikisan pantai, dan penghasil sumber daya hayati yang bernilai ekonomi tinggi. Terumbu karang sangat sensitif terhadap pengaruh lingkungan, baik yang bersifat fisik (dinamika perairan laut dan pantai), kerusakan akibat aktivitas manusia, pencemaran bahan kimia maupun kerusakan akibat aktivitas biologis (Burke, dkk, 2002; Dahuri, 2003 dalam Mukhlis, 2011).

Pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang di pengaruhi oleh faktor-faktor pembatas. Faktor-faktor pembatas itu antara lain kecerahan, cahaya, suhu, salinitas, pergerakan air, dan substrat. Faktor lingkungan yang berpengaruh cukup besar terhadap pertumbuhan karang adalah cahaya, suhu, sedimentasi, dan aktivitas biologi (Houch, 1997; Levinton,1982; Nybakken, 1992 dalam Mukhlis, 2011).

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Terumbu Karang yaitu suhu sebesar 28 – 30<sup>0</sup>C, kecerahan sebesar > 5 meter, sedimentasi sebesar 20 mg/L dan salinitas sebesar 33 - 34%.

PT. Pembangkitan Jawa-Bali (PT. PJB) Unit Pembangkitan (UP) Paiton merupakan perusahaan di bidang pembangkitan listrik tenaga uap (PLTU) batu bara, yang dimana dalam aktifitas PLTU tersebut membutuhkan batu bara sebagai bahan pembangkitan listrik, dan dalam aktivitas pembongkaran batu

bara dan penimbunan batu bara yang berada disekitar perairan PLTU Paiton apabila tidak dikelola dengan baik maka akan menyebabkan dampak negatif pada kualitas air laut dan komunitas kehidupan di dasar laut seperti terumbu karang dan organisme laut lainnya, dan juga berdampak pada transparansi perairan dimana transparansi di wilayah tersebut sekitar 4,5 – 8 meter. Dalam penelitian yang dilakukan oleh PT. PJB UP Paiton menyebutkan bahwa presentase tutupan terumbu karang di sekitar *outlet* sebesar 26,8 % lebih rendah dibandingkan dengan presentase tutupan terumbu karang yang berada di mercusuar yaitu sebesar 59,9 %. Pada *outlet* didapatkan presentase tutupan yang lebih rendah dikarenakan pada *outlet* dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan sedimentasi yang cukup tinggi dari hasil produksi PLTU tersebut (<http://biodiversity-pjbpaiton.com>).

Mengingat begitu pentingnya monitoring kondisi fisik perairan terhadap faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang di wilayah perairan konservasi PT. PJB UP Paiton maka perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan penerapan ilmu dan teknologi modern yaitu metode penginderaan jauh. Metode penginderaan jauh merupakan metode dengan interpretasi citra satelit dimana salah satu kelebihanannya mampu melakukan pengukuran parameter kondisi fisik perairan dengan beberapa kelebihan seperti, waktu yang singkat, biaya yang murah dan mudah dilakukan.

Dalam penelitian ini, pengukuran dan pemetaan kondisi fisik perairan terhadap faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang yaitu *Total Suspended Solid* (TSS, Total Padatan Tersuspensi), dan transparansi perairan.

## **1.2 Rumusan Permasalahan**

Perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian tugas akhir ini yaitu bagaimanakah memperoleh informasi TSS, dan transparansi perairan serta analisa sebagai faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang menggunakan metode penginderaan jauh dengan data citra satelit Worldview-2.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini yaitu :

- a. Data citra satelit yang digunakan adalah citra Worldview-2 perekaman tanggal 2 Agustus 2010.
- b. Data insitu yang digunakan sebagai validasi dilakukan pada tanggal 4 Agustus 2010.
- c. Daerah penelitian wilayah perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.
- d. Faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang yang dilakukan pengukuran adalah TSS, dan transparansi perairan.

### **1.4 Tujuan Tugas Akhir**

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Melakukan pengukuran konsentrasi TSS, dan transparansi perairan menggunakan data citra Worldview-2 di wilayah perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.
- b. Analisa TSS, dan transparansi perairan terhadap faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang di wilayah perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.
- c. Pembuatan algoritma TSS dan transparansi di perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.
- d. Zonasi daerah kehidupan terumbu karang terhadap faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang di wilayah perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Mendapatkan informasi konsentrasi TSS dan transparansi perairan di wilayah perairan PLTU Paiton menggunakan data citra Worldview-2 2010.

- b. Mendapatkan zonasi daerah kehidupan terumbu karang terhadap faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang di wilayah perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.
- c. Rekomendasi pemilihan lokasi transplantasi terumbu karang yang sesuai dengan faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang di wilayah perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.
- d. Mendapat algoritma untuk pemetaan TSS dan transparansi di wilayah perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambaran Wilayah Studi**

##### **2.1.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi PLTU Paiton terletak di perairan Probolinggo secara geografis pada koordinat  $07^{\circ}42'57,10''$  LS dan  $113^{\circ}35'08,90''$  LU. Berdasarkan administrasi Pemerintah Probolinggo, lokasi tersebut termasuk wilayah Desa Bhinor, Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur. Lokasi ini berbatasan dengan :

- Sebelah utara : Selat Madura
- Sebelah timur : Desa Banyuglugur
- Sebelah selatan : Jalan raya Surabaya – Situbondo
- Sebelah barat : Desa Bhinor.



Gambar 2.1 Lokasi perairan PLTU Paiton  
(Sumber : Citra Worldview-2 RGB (3:2:1) perekaman tanggal 2 Agustus 2010, Digitalglobe)

### 2.1.2 Kegiatan PLTU Paiton

Unit Pembangkitan Paiton mengoperasikan 2 (dua) unit Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) batubara dengan total daya terpasang 800 MW. Setiap tahunnya energi listrik yang dibangkitkan 4650 GWh yang kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi ekstra tinggi 500 kV ke sistem interkoneksi Jawa-Bali. Dengan kapasitas pembangkit sebesar itu maka diperlukan suplai air pendingin 30-40 m<sup>3</sup>/detik pada saat beban penuh (Saptarini dkk,2010).

Dari hasil aktivitas tersebut PLTU Paiton mengeluarkan pembuangan limbah air bahang yang terjadi pada saat keluar melalui *outlet canal cooling water discharge* (CWD) yang memiliki suhu diatas 34<sup>0</sup> C. Selain mengeluarkan suhu yang besar juga mempengaruhi transparansi air sehingga menyebabkan sedimentasi perairan yang ada di wilayah PLTU Paiton tersebut. Kondisi terumbu karang di perairan PLTU Paiton termasuk kategori baik (59,96%) untuk daerah Mercusuar dan kondisi sedang (26,84%) pada *outlet* (<http://biodiversity-pjbpaiton.com>).

### 2.2 Terumbu Karang

Terumbu karang adalah struktur di dasar laut berupa deposit kalsium karbonat di laut yang dihasilkan terutama oleh hewan karang. Karang adalah hewan tak bertulang belakang yang termasuk dalam hewan berongga (*Filum Coelenterata*) atau *Cnidaria*, yang disebut sebagai karang (*coral*) mencakup karang dari *ordo Scleractinia* dan sub kelas *Octocorallia* (kelas *Anthozoa*) maupun kelas *Hydrozoa*. (Ikawati,2001 dalam Masyhuri, 2007).

Penyebaran terumbu karang terbatas hanya diantara 30<sup>0</sup> LU dan 30<sup>0</sup> LS atau daerah tropis dan subtropis dengan total luas sekitar 617.000 m<sup>2</sup>. Lautan yang memiliki terumbu karang paling luas adalah samudera pasifik dengan 335.000 km<sup>2</sup>, kemudian Samudera Hindia (185.000 km<sup>2</sup>), dan terakhir Samudera Atlantik (87.000 km<sup>2</sup>) (Dahuri,1996 dalam masyhuri,2007).



Satu individu karang atau disebut polip karang memiliki ukuran yang bervariasi mulai dari yang sangat kecil 1 mm hingga yang sangat besar yaitu lebih dari 50 cm. Namun pada umumnya polip karang berukuran kecil, sedang yang berukuran besar dijumpai pada karang yang soliter (Dahuri, 1996 dalam Masyhuri, 2007).

### 2.2.1 Penyebaran dan Keanekaragaman Terumbu Karang

Karang tumbuh subur di perairan laut tropis, walaupun ada beberapa diantaranya yang juga dijumpai di perairan laut subtropis. Keanekaragaman karang berkurang dengan kenaikan derajat lintang. Lebih lanjut dikatakan bahwa di dunia ini ada tiga daerah pengelompokan terumbu karang, dua diantaranya adalah berada di Indonesia Barat (Indo-Pasifik) dan Caribbea (Atlantik), dan yang ketiga terletak di sebelah selatan Samudera Hindia (Indo-Pasifik). Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan yang terdapat di Samudera Hindia. Secara umum jumlah spesies karang yang tumbuh di Indo-Pasifik lebih banyak dibandingkan dengan di Atlantik. Terdapat 88 generasi karang (*hermatypic scleractinian corals*) yang hidup di Indo-Pasifik dengan 700 spesies, sedangkan di Atlantik tercatat hanya 26 generasi karang dengan 35 spesies (Supriharyono, 2000 dalam Masyhuri, 2007).

Keanekaragaman spesies karang di perairan Indonesia Timur yang diteliti saat ekspedisi Snellius II, jumlah terumbu karang (*hermatypic corals*) yang ditemukan di perairan tersebut tercatat ada 76 generasi dengan 362 spesies (Supriharyono, 2002 dalam Masyhuri, 2007).



Gambar 2.2 Ekosistem terumbu karang  
(Sumber : Anonim (a),2014)

### 2.2.2 Faktor Pembatas Terumbu Karang

Penyebaran karang dan penyebaran terumbu karang tergantung pada kondisi lingkungannya. Kondisi ini pada kenyataannya tidak selalu tetap, akan tetapi sering kali berubah karena adanya gangguan, baik yang berasal dari alam atau aktivitas manusia. Gangguan dapat berupa faktor fisik, kimia dan biologis. Faktor-faktor fisik, kimia yang diketahui dapat mempengaruhi kehidupan atau laju pertumbuhan karang antara lain adalah: cahaya matahari, suhu, salinitas, dan sedimentasi. Sedangkan faktor biologis, biasanya berupa predator atau pemangsanya (Supriharyono, 2002 dalam Masyhuri, 2007).

#### a. Suhu

Suhu air merupakan faktor penting yang menentukan kehidupan karang. Pada umumnya, terumbu karang tumbuh secara optimal pada kisaran suhu perairan laut rata-rata antara  $25^{\circ}\text{C}$  sampai  $29^{\circ}\text{C}$ , namun suhu di luar kisaran tersebut masih bisa ditolerir oleh

spesies tertentu yaitu dari jenis karang hermatifik untuk dapat berkembang dengan baik (Dahuri, 2003 dalam Masyhuri, 2007). Sedangkan menurut Nybakken (1992), terumbu karang dapat mentoleransi suhu sampai kira-kira 36-49°C.

Suhu dapat mempengaruhi tingkah laku makan bagi karang. Kebanyakan karang kehilangan kemampuan untuk menangkap makanan pada suhu di atas 33,5°C dan di bawah 16°C (Supriharyono, 2000 dalam Masyhuri, 2007).

Sedangkan menurut keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut disebutkan bahwa, suhu optimal untuk pertumbuhan terumbu karang sebesar 28–30°C.

b. Kecerahan

Radiasi sinar matahari memegang peranan penting dalam pembentukan karang. Penetrasi sinar menentukan kedalaman di mana proses fotosintesis terjadi pada organisme alga bentik dan *zooxanthellae* dari jaringan terumbu. Produksi primer yang dihasilkan oleh terumbu karang diakibatkan oleh aktivitas *zooxanthellae*. Sehingga distribusi vertikal terumbu karang hanya mencapai kedalaman efektif sekitar 10 meter dari permukaan laut. Hal ini disebabkan kebutuhan sinar matahari masih dapat dipenuhi pada kedalaman tersebut (Dahuri, dkk. 2004 dalam Masyhuri, 2007).

Kecerahan akan berhubungan erat dengan masuknya cahaya kedalam suatu perairan, cahaya merupakan salah satu faktor pembatas bagi kehidupan karang. Cahaya yang cukup harus tersedia agar fotosintesis oleh *zooxanthellae* simbiotik dalam jaringan karang dapat terlaksana. Tanpa cahaya yang cukup, fotosintesis akan berkurang dan bersamaan dengan

itu kemampuan karang untuk menghasilkan kalsium karbonat dan membentuk terumbu akan berkurang pula (Nybakken, 1992). Menurut Kanwisher (1967 dalam Masyhuri, 2007), titik kompensasi binatang karang terhadap cahaya adalah pada intensitas cahaya antara 200-700 f.c. (atau umumnya terletak antara 300-500 f.c.), sedangkan intensitas cahaya secara umum di permukaan air laut 2500-5000 f.c. Mengingat kebutuhan tersebut maka binatang karang umumnya tersebar di daerah tropis (Supriharyono, 2002 dalam Masyhuri, 2007).

Berkaitan dengan pengaruh cahaya tersebut terhadap karang, maka faktor kedalaman juga membatasi kehidupan binatang karang. pada perairan yang jernih memungkinkan penetrasi cahaya bisa sampai pada lapisan sangat dalam, sehingga binatang karang juga dapat hidup pada perairan yang cukup dalam (Masyhuri,A. 2007).

Menurut keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut disebutkan bahwa, kecerahan untuk pertumbuhan terumbu karang lebih dari 5 m.

c. Salinitas

Salinitas diketahui juga merupakan faktor pembatas kehidupan karang. Salinitas air laut rata-rata di daerah tropis adalah sekitar 35‰, dan binatang karang hidup subur pada kisaran salinitas sekitar 34 - 36‰ (Kinsman dalam Supriharyono, 2000 dalam Masyhuri, 2007).

Namun pengaruh salinitas terhadap kehidupan binatang karang sangat bervariasi tergantung pada kondisi perairan laut setempat dan pengaruh alam, seperti *run off*, badai dan hujan, Sehingga kisaran salinitas dapat mencapai kisaran 17,5-52,5‰ (Vaughan, 1919; wells, 1932 dalam Supriharyono,

2000). Bahkan seringkali salinitas di bawah minimum dan di atas maksimum tersebut karang masih dapat hidup, seperti tercatat di perairan Pantai Bandengan, Jepara, Jawa Tengah salinitas 0‰ untuk beberapa jam pada waktu air surut yang menerima limpahan air tawar sungai (Supriharyono, 1986 dalam Masyhuri, 2007).

Daya tahan setiap jenis karang terhadap salinitas tidak sama. Sebagai contoh, (Kinsman, 1964 dalam Supriharyono, 2000 dalam Masyhuri, 2007) mendapatkan bahwa *Acropora* dapat bertahan pada salinitas 40‰ hanya beberapa jam di West Indies, akan tetapi *Porites* dapat tahan dengan salinitas sampai mencapai 48‰.

Menurut keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut disebutkan bahwa, salinitas untuk pertumbuhan terumbu karang sebesar 33 – 34‰.

d. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan masalah yang umum di daerah tropis, pembangunan daerah pantai dan aktifitas manusia lainnya, seperti pengerukan, pertambangan, pengeboran minyak dan pembukaan hutan, aktifitas pertanian dapat membebaskan sedimen (*terrigenous sediments*). Aktifitas pertanian, pembukaan hutan dan pengelolaan tanah di daratan lainnya biasanya membebaskan sedimen melalui perairan permukaan (*run off*), sedimentasi yang dibebaskan oleh aktifitas di atas cukup tinggi, yaitu mencapai 1.640 mg/cm<sup>2</sup>/hari. Suatu daerah yang tidak banyak menerima limpahan sedimentasi dari sungai, seperti daerah kepulauan, laju sedimentasi cenderung rendah terkecuali adanya aktivitas yang merangsang terbentuknya sedimentasi, seperti pengerukan, pengeboman, dan badai.

Namun apabila lokasinya berdekatan dengan muara sungai, yaitu pengelolaan lahan di atas buruk biasanya laju sedimentasinya tinggi, terutama pada musim penghujan. Di samping jenis sedimentasi solid di atas, ada pula sedimentasi lain yang dikenal dengan *Carbonate sediment*, yaitu sedimentasi yang berasal dari erosi karang-karang, baik secara fisik atau biologis (*bioeresion*). *Bioeresion* biasanya dilakukan oleh hewan-hewan laut seperti bulu babi, ikan dan binatang laut. Adanya kondisi sedimentasi yang tinggi, akan menyebabkan turunnya kualitas terumbu karang. Hal ini dapat diterangkan dengan adanya suspensi dan sedimentasi yang mengganggu respirasi dari terumbu karang (Dahuri,dkk. 2004 dalam Masyhuri, 2007).

Menurut keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut disebutkan bahwa, padatan tersuspensi untuk pertumbuhan terumbu karang sebesar 20 mg/L.

e. Arus dan Gelombang

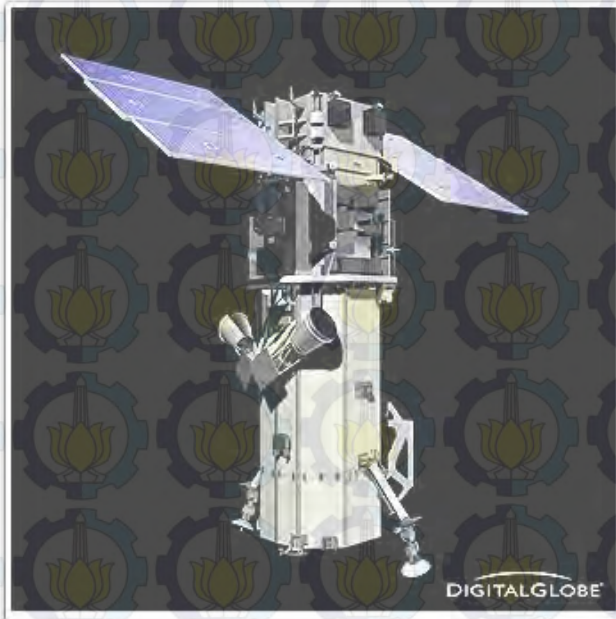
Pertumbuhan karang didaerah berarus lebih baik bila dibandingkan dengan perairan tenang (Nontji,1987 dalam Masyhuri, 2007). Umumnya terumbu karang lebih berkembang pada daerah yang bergelombang besar. Selain memberikan pasokan oksigen bagi karang, gelombang juga memberi plankton yang baru untuk koloni karang. Selain itu gelombang sangat membantu dalam menghalangi pengendapan pada terumbu karang. Sebaliknya gelombang yang sangat kuat, seperti halnya tsunami dapat menghancurkan karang secara fisik.

Arus dan sirkulasi air berperan dalam proses sedimentasi. Sedimentasi partikel lumpur padat yang dibawa oleh aliran permukaan (*surface run off*) akibat erosi dapat menutupi permukaan terumbu

karang, dan menutupi polip sehingga respirasi organisme terumbu karang dan proses fotosintesis oleh *zooxanthellae* akan terganggu (Dahuri, 2003 dalam Masyhuri, 2007).

### **2.3 Citra Satelit Worldview-2**

Citra satelit Worldview-2 merupakan citra satelit resolusi tinggi yang diluncurkan pada tanggal 8 Oktober 2009 di Vandenberg Air Force Base, California, dan Citra satelit ini mulai beroperasi pada tanggal 4 Januari 2010.



Gambar 2.3 Satelit Worldview-2  
(Sumber : Digitalglobe, 2010)

Citra satelit Worldview-2 juga merupakan citra satelit resolusi tinggi yang di miliki dan di komersialkan oleh Digitalglobe. Worldview-2 mempunyai 8 kanal multispektral

(MS) dan 1 kanal pankromatik (PAN) dengan resolusi spasial 0.46 m untuk PAN dan 1.84 m untuk MS.

Worldview-2 beroperasi pada ketinggian 770 km dengan orbit *sun-synchronous* pada periode 100,2 menit, dan memperoleh data sebesar 11 bit. Adapun keterangan dari Digitalglobe (2010) tentang beberapa manfaat dari citra satelit Worldview-2 sebagai berikut :

- a. Mempunyai resolusi spasial yang tinggi dengan 8 kanal MS dan 1 kanal PAN.
- b. Memberikan gambaran citra yang sangat rinci dalam pembuatan peta yang tepat, deteksi perubahan dan analisis citra yang mendalam.
- c. Mampu membuat peta daerah yang terpencil dan memanfaatkan utilitas yang tersedia.
- d. Menyediakan kemampuan untuk melakukan deteksi perubahan yang tepat, pemetaan dan analisis citra dengan 8 kanal MS.

Adapun spesifikasi dari citra Worldview-2 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi citra Worldview-2  
(Sumber : Digitalglobe, 2010)

<b>Kategori</b>	<b>Keterangan</b>
<b>Peluncuran</b>	8 Oktober 2009 di Vanderberg Air Force Base California
<b>Orbit</b>	- Tinggi : 770 Km - Tipe : <i>Sun-synchronous</i>
<b>Misi Hidup</b>	10 – 12 tahun
<b>Ukuran Pesawat, massa dan Tenaga</b>	5,7 m x 2,5 m x 7,1 m 2615 Kg 3,2 kW, Baterai 100 Ahr
<b>Lebar Petak Rentang Dinamis</b>	16,4 km (nadir) 11 bits per piksel



Kategori	Keterangan
<b>Frekuensi (lintang 40<sup>0</sup>)</b>	1,1 hari pada 1 m GSD atau kurang dan 3,7 pada 20 <sup>0</sup> off-nadir.
<b>Kapasitas</b>	1 Juta km <sup>2</sup> per hari
<b>Akurasi Geolokasi (CE90)</b>	<3,5 m CE90 tanpa kontrol tanah
<b>Komunikasi</b>	Gambar dan data tambahan : 800 Mbps <i>X-band</i> <i>Housekeeping</i> : 4,16 atau 32 kbps <i>real-time</i> , 524 kbps <i>X-band</i> . <i>Command</i> : 2 atau 64 kbps <i>S-band</i> .
<b>Retargeting agility</b>	Waktu untuk dorong 200 km : 10 detik
<b>Onboard storage</b>	2199 Gb <i>solid state EDAC</i>

Tabel 2.2 Resolusi Spasial Worldview-2  
(Sumber : Digitalglobe,2010)

Kanal	Panjang Gelombang (nm)	Resolusi Spasial (Nadir)
<b>PAN</b>	450 – 800	0,46 m
<b>Coastal</b>	400 - 450	1,85 m
<b>Biru</b>	450 – 510	1,85 m
<b>Hijau</b>	510 – 580	1,85 m
<b>Kuning</b>	585 – 625	1,85 m
<b>Merah</b>	630 – 690	1,85 m
<b>Red Edge</b>	705 – 745	1,85 m
<b>NIR 1</b>	770 – 895	1,85 m
<b>NIR 2</b>	860 - 1040	1,85 m

## **2.4 Koreksi Citra**

### **2.4.1 Koreksi Geometrik**

Koreksi geometrik merupakan tahapan agar data citra dapat diproyeksikan sesuai sistem koordinat yang digunakan. Acuan dari koreksi geometrik ini dapat berupa peta dasar ataupun data citra sebelumnya yang telah dikoreksi.

Koreksi geometrik dilakukan dengan menggunakan acuan titik kontrol yang dikenal dengan titik kontrol tanah (TKT). TKT merupakan titik-titik yang ditentukan dari objek yang bersifat permanen dan dapat diidentifikasi di atas citra dan peta dasar atau rujukan. TKT dapat berupa persilangan jalan, percabangan sungai, persilangan antara jalan dengan sungai (jembatan) atau objek lain. Ada tiga macam untuk koreksi geometrik, antara lain :

- a. Rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
- b. Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau entransformasikan koordinat citra multispektral atau multitemporal.
- c. Registrasi citra ke peta atau mentransformasikan sistem koordinat citra ke peta yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

### **2.4.2 Koreksi Radiometrik**

Data citra yang terekam sensor sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, sudut pengambilan data dari sensor dan waktu pengambilan data. Kondisi tersebut menyebabkan data citra satelit memiliki bias nilai informasi yang harus dikoreksi.

Disebutkan dalam Digitalglobe (2010), bahwa citra Worldview-2 sebelum digunakan untuk pemanfaatan analisis citra maupun pemanfaatan lain harus di koreksi terlebih dahulu, dan produk Worldview-2 yang dikirimkan

Digitalglobe ke pembeli sudah dilakukan koreksi geometrik piksel gambar, yaitu nilai piksel-piksel gambar tersebut dihitung sebagai fungsi spektral radian yang memasuki aparatur teleskop satelit dan kemudian di konversi ke nilai digital yang sesuai (sinyal), dalam hal ini nilai tersebut masih dalam nilai digital (DN, *Digital Number*). Oleh karena itu, data piksel gambar citra worldview-2 yang unik tidak bisa di bandingkan langsung dengan kanal ataupun sensor lain sebelum di konversi menjadi nilai spektral radian ataupun reflektan. Untuk merubah nilai radian ke reflektan citra Worldview-2 antara lain :

- a. Kalibrasi Radiometrik
  - i. Konversi Ke Nilai Spektral Radian - Sensor

Dalam konversi radian - sensor ini didefinisikan sebagai cahaya yang memasuki apertur teleskop satelit Worldview-2 pada ketinggian 770 km, konversi ini mengubah nilai piksel citra ke nilai spektral radian citra, yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L_{\lambda \text{Pixel, Band}} = \frac{K_{\text{Band}} * q_{\text{p i n}}}{\Delta \lambda_{\text{Band}}} \quad (2.1)$$

Dimana :

$L_{\lambda \text{Pixel, Band}}$  = Rata-rata spektral radian - sensor  
( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ )

$K_{\text{Band}}$  = Faktor mutlak koreksi radiometrik  
( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{count}^{-1}$ )

$q_{\text{pixel, band}}$  = Nilai DN kanal citra

$\Delta \lambda_{\text{Band}}$  = *bandwidth* efektif untuk sebuah kanal tertentu.

Dalam metadata yang diberikan ke pelanggan, besaran faktor mutlak koreksi radiometrik ( $K_{\text{Band}}$ ) dan *effective bandwidth* ( $\lambda \Delta_{\text{Band}}$ ) sudah tercantum di metadata yang berformat file \*.IMD. Dalam metadata yang diberikan keterangan *AbsCalFactor* untuk faktor

mutlak koreksi radiometrik ( $K_{\text{Band}}$ ) dan *Effective Bandwidth* ( $\lambda_{\text{Band}}$ ) untuk *bandwidth* efektif untuk sebuah kanal tertentu, adapun nilainya seperti contoh di bawah ini :

```
<BAND_B>
<ABSCALFACTOR>1.2608250000000000e-0
<EFFECTIVEBANDWIDTH>5.430000000000000
e-02
```

ii. Konversi Ke Nilai Spektral Reflektan - Sensor

Sebelum dimanfaatkan dalam suatu pengolahan, merupakan suatu keharusan untuk mengkonversi data radian multispektral kedalam bentuk spektral reflektan - sensor sebelum proses pengolahan tersebut. Adapun rumus dari spektral reflektan - sensor dengan menghilangkan efek atmosfer sebagai berikut:

$$\rho_{\lambda_{\text{Pixel,Band}}} = \frac{L_{\lambda_{\text{Pixel,Band}}} * d_{ES}^2 * \pi}{E_{\text{sun}\lambda_{\text{Band}}} * \text{Cos}(\theta_s)} \quad (2.2)$$

Dimana :

$\rho_{\lambda_{\text{Pixel,Band}}}$  =Rata-rata nilai spektral reflektan-sensor tiap kanal ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\mu\text{m}^{-1}$ )

$L_{\lambda_{\text{Pixel,Band}}}$  =Rata-rata nilai spektral radian-sensor tiap kanal ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\mu\text{m}^{-1}$ )

$d_{ES}^2$  =Jarak bumi - matahari (AU)

$E_{\text{sun}\lambda_{\text{Band}}}$  =Nilai rata-rata kanal Spektral radian-sensor ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\mu\text{m}^{-1}$ )

$\theta_s$  =Sudut zenith sebesar  $90^\circ$  – sudut elevasi satelit (sudut sunEL dalam keterangan metadata)

$\pi$  = 3,14

dimana nilai rata-rata kanal Spektral radian-sensor ( $E_{Sun\lambda_{Band}}$ ) di dapat menggunakan rumus berikut :

$$E_{Sun\lambda_{Band}} = \frac{\int_0^{\infty} E_{Sun\lambda} \cdot R'(\lambda)_{Band} \cdot d\lambda}{\int_0^{\infty} R'(\lambda)_{Band} \cdot d\lambda} \quad (2.3)$$

Dimana :

$E_{Sun\lambda_{Band}}$  =Nilai rata-rata kanal Spektral radian sensor ( $W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1}$ )

$E_{Sun}(\lambda)$  =Kurva nilaispektral radian-sensor ( $W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1}$ )

$R'(\lambda)_{Band}$  =Nilai relatif spektral radian yang diberikan ke suatu kanal.

Dalam Digitalglobe (2010) di berikan besaran nilai dari nilai rata-rata kanal spektral radian sebagai berikut:

Tabel 2.3 Nilai rata-rata kanal Spektral radian  
(Sumber : Digitalglobe, 2010)

Kanal	Spektral Irradian ( $W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1}$ )
<b>Pankromatik</b>	1580,8140
<i>Coastal</i>	1758,2229
<b>Biru</b>	1974,2416
<b>Hijau</b>	1856,4104
<b>Kuning</b>	1738,4791
<b>Merah</b>	1559,4555
<i>Red Edge</i>	1342,0695
<b>NIR 1</b>	1069,7302
<b>NIR 2</b>	861,2866

b. Koreksi Atmosfer

i. *Simulation of the Sensor Signal in the Solar Spectrum – vector* (6SV)

Danoedoro (2012) menyatakan bahwa koreksi atmosfer telah dikembangkan oleh beberapa peneliti,

yang salah satunya adalah model 5S (*Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum*) yaitu yang dikembangkan oleh Tenre, dkk.(1986,1990) dan kemudian Vermote, dkk. (1997) yang memperbaiki menjadi model 6S (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-vector*), model-model ini mampu menformulasikan permukaan non-data untuk perhitungan *absorpsi* atmosfer menggunakan nilai yang meningkat untuk gas-gas atmosfer (Tso dan Mather, 2009).

Dalam proses koreksi atmosfer metode 6sv ini dilakukan menggunakan jaringan internet (*online*) dengan memasukkan beberapa parameter yang diminta oleh aplikasi 6sv tersebut.

## **2.5 Total Suspended Solid (TSS)**

TSS adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter  $>1\mu\text{m}$ ) yang tertahan pada saringan *miliopore* dengan diameter pori  $0,45\ \mu\text{m}$ . TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik. Penyebab TSS di perairan yang utama adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air dan mengakibatkan air. Konsentrasi TSS apabila terlalu tinggi akan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis. Penyebab TSS di perairan pantai dan estuari dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik antara lain, angin, curah hujan, gelombang, arus dan pasang surut (Effendi, 2000 dalam Lestari, 2009).

Sastrawijaya (2000) menyatakan bahwa konsentrasi TSS dalam perairan umumnya terdiri dari *fitoplankton*, *zooplankton*, limbah manusia, limbah hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan, serta limbah industri. Bahan-bahan yang tersuspensi di perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika jumlahnya berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya menghambat cahaya matahari ke kolom air (Effendi, 2000 dalam Lestari, 2009).

TSS, adalah salah satu parameter yang digunakan untuk pengukuran kualitas air. Pengukuran TSS berdasarkan pada berat kering partikel yang terperangkap oleh filter, biasanya dengan ukuran pori tertentu. Umumnya, filter yang digunakan memiliki ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$ . Nilai TSS dari contoh air biasanya ditentukan dengan cara menuangkan air dengan volume tertentu, biasanya dalam ukurtan liter, melalui sebuah filter dengan ukuran pori-pori tertentu. Sebelumnya, filter ini ditimbang dan kemudian beratnya akan dibandingkan dengan berat filter setelah dialirkan air setelah mengalami pengeringan. Berat filter tersebut akan bertambah disebabkan oleh terdapatnya partikel-partikel tersuspensi yang terperangkap dalam filter tersebut. Padatan yang tersuspensi ini dapat berupa bahan-bahan organik dan anorganik. Satuan TSS dalam SNI adalah miligram per liter (mg/L).

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup yang dijelaskan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 2004 No.51 tentang Buku Mutu Air Laut untuk Biota Laut menjelaskan TSS untuk pertumbuhan terumbu karang sebesar 20 mg/L, sehingga keberadaan TSS masih bisa berdampak positif apabila tidak melebihi dari toleransi persebaran TSS tersebut.

Kandungan TSS memiliki hubungan yang erat dengan kecerahan perairan. Keberadaan padatan tersuspensi tersebut akan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan sehingga hubungan antara TSS dan kecerahan akan menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Nilai TSS umumnya semakin rendah ke arah laut. Hal ini disebabkan padatan tersuspensi tersebut disuplai oleh daratan melalui aliran sungai.

### **2.5.1 TSS Metode Gravimetri**

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengujian kualitas air dan air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan No. 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis

Pengujian Kualitas air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia SNI 06-6989.3-2004, Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (TSS) secara gravimetri. SNI ini diterapkan untuk pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah sebagaimana yang tercantum didalam Keputusan Menteri tersebut.

Metode ini merupakan hasil revisi dari butir 3.6 pada SNI 06-2413-1991, Metode pengujian kualitas fisika air. SNI ini menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. Metode ini digunakan untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Metode ini tidak termasuk penentuan bahan yang mengapung, padatan yang mudah menguap dan dekomposisi garam mineral. TSS, adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2  $\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid.

Cara uji dan Prinsip : Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total. Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total. Adapun alat, bahan dan pengujian sebagai berikut :

a. Kertas Saring

- *Whatman Grade 934 AH*, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,5  $\mu\text{m}$  ( *Standar for TSS in water analysis*)



- *Gelman type A/E*, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,0  $\mu\text{m}$  (*Standar filter for TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures*).
  - *E-D Scientific Specialities grade 161 (VWR brand grade 161)* dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,1  $\mu\text{m}$  (*Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*).
  - Saringan dengan ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$ .
- b. Peralatan Uji
- Desikator yang berisi silika gel.
  - Pemanas, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C.
  - Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg.
  - Pengaduk magnetik.
  - Pipet ukur.
  - Gelas ukur.
  - Cawan aluminium.
  - Cawan porselen/cawan Gooch.
  - Penjepit.
  - Kaca arloji, dan
  - Pompa vakum.
- c. Prosedur Uji
- Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
  - Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
  - Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik.
  - Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.

- Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan *Gooch* pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- Keringkan dalam *oven* setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- Ulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

**CATATAN :**

- Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, 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, perbesar volume contoh uji sampai 1000 mL.

### **2.5.2 TSS Metode Penginderaan Jauh**

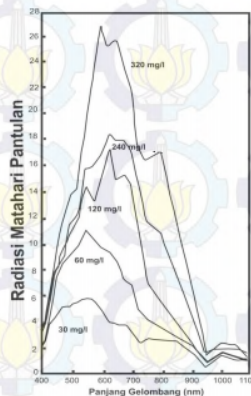
Teknologi penginderaan jauh telah banyak diaplikasikan untuk mempelajari kualitas perairan, salah satunya adalah TSS, suhu dan kecerahan. Kualitas perairan memiliki penetrasi cahaya yang berbeda pada daerah tertentu, dapat diketahui dengan teknik multispektral (Barret dan Curtis, 1982 dalam Lestari, 2007).

Keberadaan materi-materi organik dan anorganik yang tersuspensi mempengaruhi nilai pantulan (reflektan) 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 TSS adalah salah satu faktor yang mempengaruhi sifat spektral suatu badan air. Air yang keruh mempunyai nilai reflektan yang lebih tinggi dari pada air jernih (Hasyim, 1997 dalam Lestari, 2007).

Pengukuran pada perairan yang mengandung konsentrasi TSS sebesar 100 mg/L pada kedalaman > 30 cm menunjukkan bahwa nilai reflektan bergantung pada sifat perairan itu sendiri dan bukan merupakan fungsi dari bentuk dasar perairan (kusumowidagdo,1987 dalam Lestari, 2007). Menurut Robinson (1985) reflektan atau perbandingan reflektan dapat dipakai untuk menduga parameter kualitas perairan.

Konsentrasi TSS yang semakin tinggi (Gambar 2.4). pada panjang gelombang 0,600 – 0,700  $\mu\text{m}$  konsentrasi TSS yang tinggi memiliki pantulan radiasi matahari yang tertinggi dan pantulan radiasi matahari semakin rendah dengan berkurangnya konsentrasi TSS di permukaan air.



Gambar 2.4 Hubungan antara pantulan radiasi matahari dengan panjang gelombang pada Konsentrasi TSS yang berbeda-beda di permukaan air  
(Sumber : Purbawasesa,1995)

Hasil penelitian Gitelson, dkk. (1993 dalam Lestari, 2007) menunjukkan bahwa kanal yang lebih peka untuk mendeteksi TSS adalah kanal hijau dengan panjang gelombang 0,510  $\mu\text{m}$  0,580  $\mu\text{m}$ . Robinson (1985 dalam Lestari, 2007) juga menyatakan bahwa sebaiknya digunakan kanal tunggal untuk mendeteksi TSS dibandingkan dengan rasio antar kanal, karena algoritma dengan rasio antar kanal menunjukkan korelasi yang kurang memuaskan dibandingkan dengan kanal.

Beberapa algoritma yang digunakan untuk mendeteksi TSS dengan citra Worldview-2 di beberapa wilayah perairan seperti berikut:

- a. Bhudiman (2004) di Delta Mahakam

$$TSS = 3,3238 * \exp(34,099 * L_{b3}) \quad (2.4)$$

Dimana :

TSS = *Total Suspended Solid*

$L_{b3}$  = Nilai reflektan kanal 3 (band merah)

- b. Hasyim, dkk (1997) di Pantai Utara Situbondo

$$TSS = 100,6678 + 5,5058 * b3 + 0,04563 * b3^2 + 0,9775 * b2 * b3 \quad (2.5)$$

Dimana :

TSS = *Total Suspended Solid*

$b2$  = Nilai digital (DN) kanal 2 (hijau)

$b3$  = Nilai Digital (DN) kanal 3 (merah)

## **2.6 Transparansi Perairan**

Kecerahan perairan bergantung pada zat-zat tersuspensi didalamnya baik organik maupun anorganik. Kecerahan atau transparansi perairan ditentukan secara visual dengan menggunakan cakram yang disebut *secchi disk* berdiameter 30 cm

yang pertama kali dikembangkan oleh Profesor Secchi sekitar abad 19. Pada penggunaan *secchi disk*, kekeruhan perairan dikuantitatifkan dalam suatu nilai yang dikenal dengan kedalaman *secchi disk* (Jeffries dan Mills, 1996 dalam Lestari, 2009). Nilai kecerahan yang dinyatakan dengan satuan meter ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah (Effendi, 2000 dalam Lestari, 2009).

Kekeruhan menggambarkan suatu sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh bahan organik dan anorganik baik tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus, bahan anorganik, dan bahan organik seperti plankton dan mikroorganisme lainnya (APHA, 1976; Davis dan Cornwell, 1991 dalam Effendi, 2000 dalam Lestari, 2009).

Kekeruhan yang tinggi atau kecerahan yang rendah dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis. Tingkat kecerahan perairan dapat menunjukkan sampai sejauh mana penetrasi cahaya matahari menembus kolom perairan. Semakin tinggi kekeruhan perairan, maka akan semakin rendah penetrasi cahaya yang menembus kolom air, sehingga tingkat kecerahan semakin rendah (Mujito, dkk, 1997 dalam Lestari, 2009). Menurut Badan Lingkungan Hidup Jatim (2013), faktor utama dalam mempengaruhi pembatas pertumbuhan terumbu karang adalah kecerahan perairan.

### **2.6.1 Transparansi Metode Alat Secchi Disk**

*Secchi disk* merupakan instrumen alat sederhana yang digunakan untuk mengukur transparansi air di lautan dan danau. *Secchi disk* berbentuk lempengan cakram yang di beri warna pada permukaan cakram dengan warna putih dan hitam berbentuk arsiran di empat bagian pada cakram

tersebut (lihat Gambar 2.5). *Secchi disk* di ciptakan oleh Fr. Pietro Angelo Secchi, seorang ahli astrofisika, yang diminta untuk mengukur transparansi di laut Mediterania oleh Komandan Cialdi, Kepala Angkatan laut Kepausan, pada tahun 1865. *Secchi Disk* berbentuk cakram dengan warna polos hitam dan putih bersilangan (Gambar 2.5) dengan ukuran 30 cm atau memiliki diameter 20 cm. *Secchi Disk* ini selain untuk kedaman air juga berhubungan dengan kekeruhan air.

Perubahan angka terbesar pada pengukuran *secchi disk* dapat dilihat jika melakukan pengukuran secara bertahap selama satu minggu, perbulan atau permusim pada suatu lokasi penelitian seperti danau atau air laut.



Gambar 2.5 Alat *Secchi Disk*  
(Sumber: Anonim,2016)

Beberapa faktor dalam pengukuran transparansi menggunakan alat *secchi disk* semakin dalam sebagai berikut:

- a. Masukkan nutrisi dari DAS yang berkurang.
- b. Peningkatan merumput dari ganggang oleh *zooplankton*.
- c. Erosi tanah ke dlaam danau/air kaut yang berkurang.
- d. Suksesasi ganggang musiman.

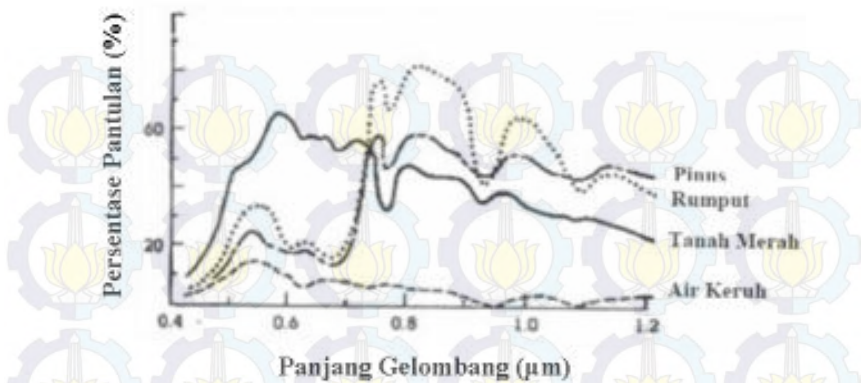
Sedangkan faktor yang menyebabkan pengukuran *secchi disk* semakin dangkal transparansinya adalah sebagai berikut :

- a. Peningkatan kelimpahan ganggang mengambang bebas.
- b. Erosi garis pantai atau erosi dari pengembangan situs dekat danau.
- c. Persirkulasi sediman bawah dari aktivitas perahu motor.
- d. Perubahan warna air dari limpasan lahan basah dan atau dekomposisi tanaman.
- e. Peningkatan kekeruhan.
- f. Populasi *zooplankton* yang berkurang.

### 2.6.2 Transparansi Metode Penginderaan Jauh

Dalam citra Worldview-2 memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda, sehingga sensitifitas terhadap obyekpun juga berbeda, untuk membedakan tingkat kekeruhan perairan yang berhubungan dengan perbedaan tingkat sedimentasi dapat dilakukan dengan menggunakan kanal 2 citra (kanal hijau) satelit Worldview-2. Energi pada kanal 2 ( $0,510 \mu\text{m} - 0,580 \mu\text{m}$ ) tubuh air memantulkan tenaga elektromagnetik yang tinggi sehingga mengakibatkan nilai piksel pada data digital citra Worldview-2 menjadi tinggi. Kurva spektral beberapa obyek pada beberapa panjang gelombang diperlihatkan pada Gambar 2.6.

Air keruh yang banyak mengandung partikel-partikel endapan lempung (*silty water*) memantulkan energi yang besar pada rentang panjang gelombang  $0,510 \mu\text{m} - 0,580 \mu\text{m}$  (kanal hijau) dibandingkan air yang jernih, sehingga nilai piksel pada air keruh akan lebih tinggi dibanding air jernih. Hal ini diakibatkan oleh pantulan partikel-partikel lempung yang terkandung di dalam air tersebut (Maeden dan Kapetsky, 1991 dalam Lestrai, 2007).



Gambar 2.6 kurva Spektral pada Beberapa Obyek  
(Sumber Maeden dan kapetsky,1991)

Beberapa algoritma yang bisa dipakai untuk mendeteksi transparansi perairan dengan citra Satelit Worldview-2 di berbagai perairan seperti berikut:

a. Lemigas (1997)

$$\text{Transparansi (m)} = 17,54127 - 0,10925 * b1 \quad (2.6)$$

b. Chipman,dkk (2004) di Danau Wisconsin (USA)

$$\text{Transparansi (m)} = 1,135 * \frac{L1}{L2} - 3,193 \quad (2.7)$$

c. LAPAN (2004) di Pantai Utara Situbondo

$$\text{Transparansi (m)} = 17,54127 - 0,10925 * b1 \quad (2.8)$$

Dimana :

Kecerahan = satuan meter (m)

b1 = Nilai digital kanal 1 (biru)

L1 = Nilai reflektan kanal 1 (biru)

L2 = Nilai reflektan kanal 2 (hijau)



## **2.7 Penelitian Terdahulu**

### **2.7.1 Penelitian TSS dan Transparansi Perairan**

Lestari (2009), melakukan penelitian pendugaan konsentrasi TSS dan transparansi perairan di perairan Teluk Jakarta menggunakan citra satelit Landsat, dimana Teluk Jakarta terjadi proses eutrofikasi sehingga menimbulkan kerusakan habitat terumbu karang di sekitar Teluk Jakarta akibat sedimentasi dan penurunan transparansi.

Dalam penelitian menggunakan algoritma persamaan regresi linier model polynomial orde 3 untuk konsentrasi TSS dan menggunakan algoritma persamaan regresi linier model *power* untuk transparansi perairan.

Dari penelitian ini dihasilkan bahwa konsentrasi TSS Teluk Jakarta pada musim kemarau sangat tinggi, secara kuantitatif yaitu  $> 100$  mg/L dan  $50 - 100$  mg/L pada musim hujan. Transparansi pada Teluk Jakarta pada musim kemarau dan hujan rata-rata berkisar antara 0-4 m dan 5-19 m dengan sebaran transparansi paling rendah pada musim kemarau.

### **2.7.2 Penelitian Kualitas Air dengan Worldview-2**

Dekker, Arnold G et. Al (2012), melakukan penelitian kualitas air di Danau Burley Griffin Australia, dimana dalam penelitian ini menentukan kualitas air danau yaitu Klorofil-a (Chl-a) dan NAP (*Non algal particulate matter*) menggunakan citra Worldview-2 dan Landsat.

Dalam penelitian ini menggunakan algoritma aLMI (*adaptive - Linier Matrix Inversion*) dan software c-WOMBAT-c (basis MODTRAN) sebagai alat untuk koreksi atmosfer. Sehingga penelitian ini menghasilkan nilai Chl-a  $0-105$   $\mu\text{g/L}$  dengan citra Worldview-2 dan nilai  $2-75$   $\mu\text{g/L}$  dengan citra Landsat, NAP menghasilkan  $0-17,5$  mg/L dengan citra Worldview-2 dan nilai  $7$  mg/L dengan citra Landsat.



“H l m n n s ng j kosongk n”

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian tugas akhir ini berada di wilayah perairan PLTU Paiton terletak di perairan Kabupaten Probolinggo pada koordinat  $07^{\circ}42'57,10''$  LS dan  $113^{\circ}35'08,90''$  LU. Berdasarkan administrasi Pemerintah Kabupaten Probolinggo, lokasi tersebut termasuk wilayah Desa Bhinor, Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur.



Gambar 3.1 Lokasi Perairan PLTU Paiton  
(Sumber : Citra Worldview-2 RGB (3:2:1) perekaman tanggal 2 Agustus  
2010, Digitalglobe)

### **3.2 Data dan Peralatan**

#### **3.2.1 Data**

Adapun data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Data citra Worldview-2 level 2A perekaman tanggal 2 Agustus 2010 dengan nama file 10AUG02030026-M2AS-054062769020\_01.IMD.
- b. Data insitu kondisi fisik air di Perairan PLTU Paiton tanggal 4 Agustus 2010 dari PT. PAITON Energy.

#### **3.2.2 Peralatan**

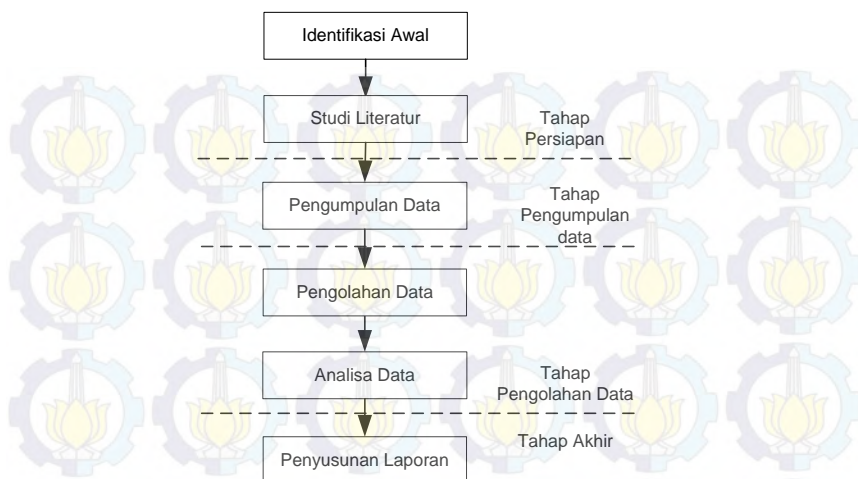
Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

- a. ArcGIS 10.2
- b. Beam VISAT 5.0

### **3.3 Metodologi Penelitian**

#### **3.3.1 Tahap Penelitian**

Adapun tahap yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah seperti diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut penjelasan tahapan diagram alir dari metode penelitian:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, kegiatan-kegiatan yang dilakukan adalah:

i. Identifikasi Awal

Identifikasi awal, bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan. Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimanakah memperoleh informasi TSS, dan transparansi perairan serta analisa sebagai faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang menggunakan metode penginderaan jauh dengan data citra satelit Worldview-2.

ii. Studi Literatur

Bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan pembuatan peta konsentrasi TSS, dan transparansi perairan untuk terumbu karang

menggunakan data citra satelit Worldview-2, cakupan wilayah Perairan PLTU Paiton, Probolinggo dan referensi mengenai demografi terumbu karang di Pantai Utara dan metode pengambilan sampel lapangan serta literatur lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, internet dan lain-lain.

b. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data, dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini. Data dapat berupa data tabular maupun grafis serta data penunjang lainnya yang berhubungan. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain data citra Worldview-2 level 2A perekaman tanggal 2 Agustus 2010 wilayah Perairan PLTU Paiton, Probolinggo dan data insitu kondisi fisik pada tanggal 4 Agustus 2010 di Perairan PLTU Paiton, Probolinggo.

c. Tahap Pengolahan Data

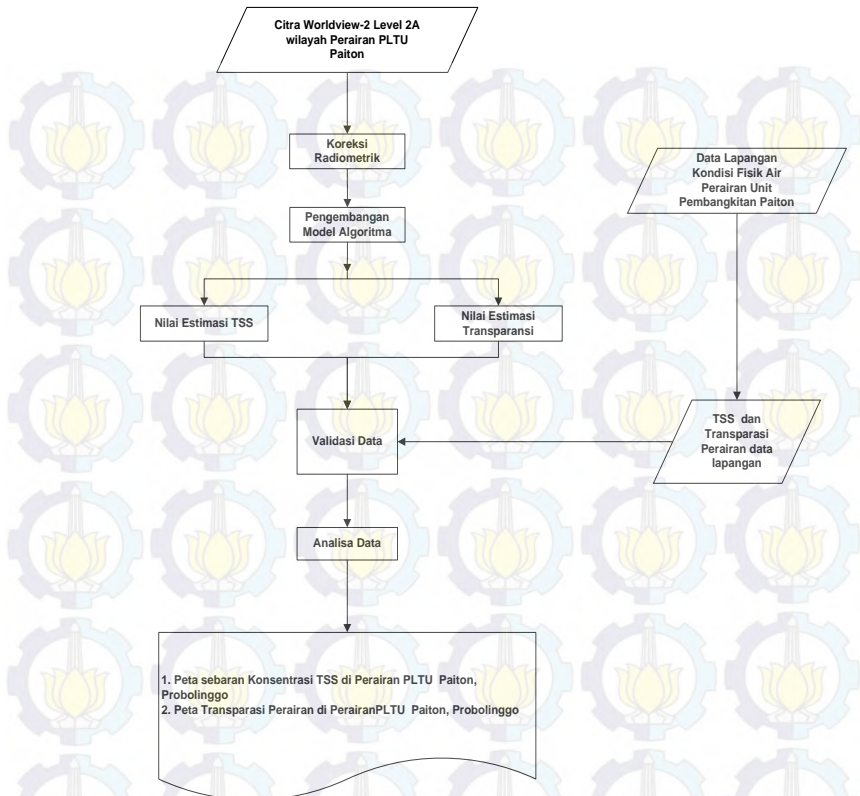
Tahap ini akan dijelaskan di subbab berikutnya.

d. Tahap Akhir

Dalam tahap akhir adalah pembuatan laporan sebagai dokumentasi penelitian dan hasil.

### 3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Adapun alur dari tahapan pengolahan data pada penelitian tugas akhir dijelaskan pada gambar 3.3 di bawah ini:



Gambar 3.3 Tahapan Pengolahan Data

Keterangan tahapan pengolahan data :

a. Pengolahan Citra

- Koreksi Radiometrik

Dalam koreksi radiometrik ini bertujuan untuk mendapatkan nilai reflektan - permukaan dari nilai *digital number* (DN) dari citra worldview-2 dengan menggunakan algoritma 1), 2) dan 3) serta menggunakan metode 6sv untuk koreksi atmosfer,

yang kemudian untuk proses selanjutnya mendapatkan nilai konsentrasi TSS, dan transparansi perairan menggunakan perangkat lunak Beam VISAT 5.0.

- Pengolahan TSS dan Transparansi Perairan  
Melakukan pengolahan citra Worldview-2 untuk mengetahui pola konsentrasi TSS dan transparansi perairan dengan menggunakan algoritma regresi untuk perangkat lunak Beam VISAT 5.0.

- Validasi  
Hasil TSS, dan Transparansi perairan dari citra di validasi dengan data insitu TSS, dan transparansi perairan, dimana untuk mendapatkan ketelitian hasil citra dengan data insitu.

- Analisa  
Analisa data hasil pengolahan citra yaitu TSS, dan transparansi perairan terhadap faktor pembatas terumbu karang dan analisa terhadap zonasi pertumbuhan terumbu karang di perairan PLTU Paiton, Probolinggo.

b. Tahap Hasil

Pada tahap akhir pada penelitian ini yaitu :

- Peta sebaran konsentrasi TSS di Perairan PLTU Paiton, Probolinggo.
- Peta sebaran transparansi perairan di Perairan PLTU Paiton, Probolinggo.
- Serta peta zonasi pertumbuhan terumbu karang dengan parameter faktor pembatas pertumbuhan Terumbu Karang di Perairan PLTU Paiton, Probolinggo.



## **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

### **4.1 Data**

#### **4.1.1 Data Citra Worldview -2**

Dalam penelitian ini menggunakan data citra satelit Worldview – 2 level 2A, dimana dalam level ini sudah dalam keadaan terkoreksi geometrik. Sehingga dalam proses nantinya tidak melalui proses koreksi geometrik. Adapun data citra Worldview – 2 ini sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Citra Worldview - 2

<b>Tgl</b>	<b>Bulan</b>	<b>Tahun</b>	<b>Nama File</b>
2	Agustus	2010	10AUG02030026-M2AS-054062769020_01.IMD.

#### **4.1.2 Data Insitu Kualitas Air**

Data Insitu ini didapatkan dari PT. Paiton Energy pada laporan tahunan PT. Paiton Energy ke Badan Lingkungan Hidup Jawa Timur. Adapun data insitu diambil di perairan sekitar PLTU Paiton pada tanggal 4 Agustus 2010, dan data insitu ini sebagai data validasi dari hasil nilai estimasi yang didapatkan melalui citra dengan menggunakan algoritma tertentu, sehingga algoritma tersebut nantinya bisa digunakan sebagai penentuan estimasi kualitas air di daerah lain. Adapun data insitu kualitas air meliputi TSS, suhu dan transparansi perairan di sekitar perairan PLTU paiton, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Insitu Kualitas air di Perairan PLTU Paiton

Stasiun	TSS (mg/L)	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Transparansi (m)
SW – 1	3,2	29,8	2
SW – 2	2,5	30,2	19
SW – 3	3	30,4	11,5
SW – 4	2,5	30,7	13
SW – 5	3,2	37,7	7
SW – 6	2	29,7	8,5
SW – 7	2	33,7	13,3

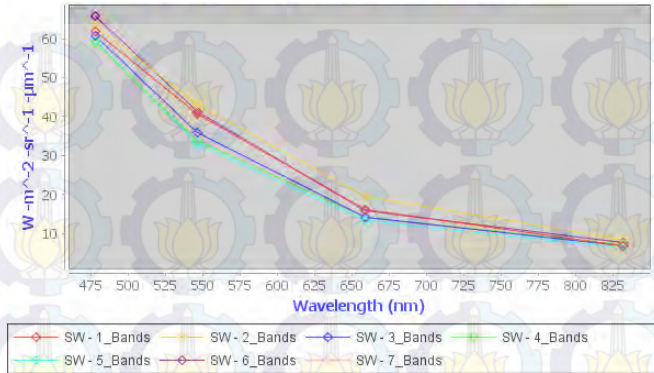
## 4.2 Koreksi Citra Worldview – 2

### 4.2.1 Kalibrasi Radiometrik (Radian – Sensor)

Kalibrasi radiometrik dimaksudkan untuk mengubah nilai digital piksel gambar menjadi nilai radian – sensor ataupun nilai reflektan - sensor , dimana proses ini bertujuan untuk mengkonversi nilai pantulan cahaya yang diterima oleh sensor. Dalam penelitian ini hanya sampai dalam perubahan nilai digital menjadi nilai radian – sensor, dimana hasil ini nantinya digunakan dalam proses koreksi atmosfer.

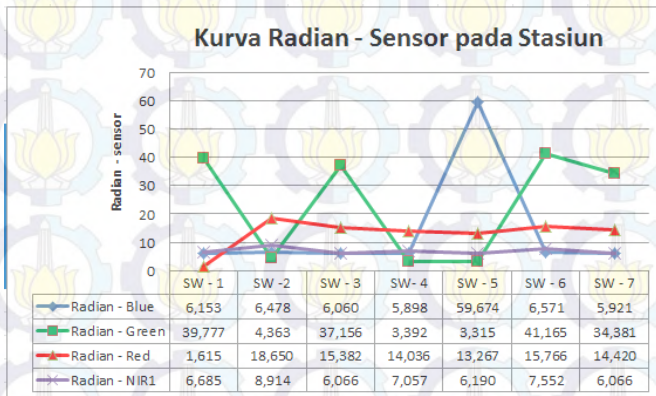
Dalam perhitungan konversi nilai radian – sensor ini menggunakan algoritma 1 (satu), sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

### Kurva Nilai Radian - Sensor Citra



Gambar 4.1 Kurva nilai radian – sensor terhadap panjang gelombang (nm)

### Kurva Radian - Sensor pada Stasiun



Gambar 4.2 Kurva nilai radian- sensor pada setiap stasiun pengamatan

Adapun stasiun pengamatan kualitas air pada perairan PLTU Paiton sebagai berikut :



Gambar 4.3 Lokasi Stasiun Pengamatan

Tabel 4.3 Stasiun Pengamatan Kualitas Air

Stasiun	Lokasi	Koordinat
SW – 1	Depan Masjid Bhinor	-7,710888889; 113,5604167
SW – 2	Outlet stream PT. PE	-7,708055556; 113,5754444
SW – 3	Jetty PLN	-7,707638889; 113,57975
SW – 4	Inlet canal	-7,711305556; 113,5883889
SW – 5	Outlet canal	-7,714305556; 113,5980833
SW – 6	Temporary Jetty area	-7,708416667; 113,5668611
SW – 7	Coal unloading jetty	-7,706138889; 113,5768333

#### 4.2.2 Koreksi Atmosfer (Reflektan – Permukaan)

Data citra yang terekam sensor sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer (*aerosol*, *reyleigh scattering*), sudut pengambilan data dari sensor dan waktu pengambilan data,

kondisi tersebut menyebabkan data citra satelit memiliki bias nilai informasi yang harus dikoreksi. Dalam koreksi atmosfer ini menggunakan metode 6sv (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-vector*), dimana dalam metode 6sv tersebut dilakukan melalui jaringan internet, dan dari hasil proses akan mendapatkan nilai koefisien dari parameter koreksi atmosfer ( $x_a, x_b$  dan  $x_c$ ). Dari nilai tersebut akan didapatkan nilai reflektan – permukaan dengan menggunakan algoritma dibawah ini:

$$acr = \frac{y}{1+(x_c * y)} \quad (4.1)$$

$$y = (x_a * L(\lambda)) - x_b \quad (4.2)$$

$$Rrs(\lambda) = \frac{acr}{\pi} \quad (4.3)$$

Keterangan :

$acr$  = Atmospheric correction reflectance

$Rrs(\lambda)$  = Reflectance remote sensing (reflektan – permukaan) pada kanal tertentu ( $sr^{-1}$ )

$L(\lambda)$  = Radian – sensor pada kanal tertentu.

$x_a, x_b$ , dan  $x_c$  = Koefisien parameter koreksi atmosfer

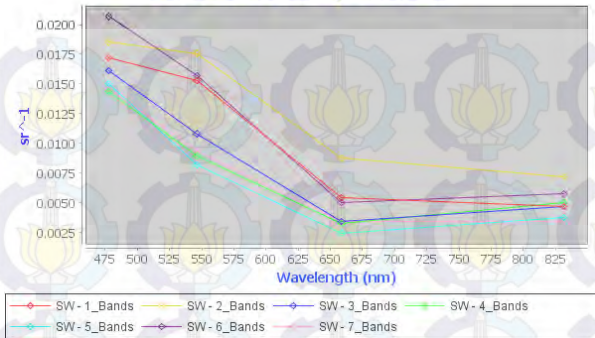
Adapun nilai koefisien parameter koreksi atmosfer sebagai berikut :

Tabel 4.4 Koefisien Parameter Koreksi Atmosfer

Kanal	$x_a$	$x_b$	$x_c$
<b>Biru</b>	0,00298	0,13028	0,13838
<b>Hijau</b>	0,00296	0,07224	0,10052
<b>Merah</b>	0,00321	0,03477	0,06547
<b>NIR1</b>	0,00455	0,01627	0,03930

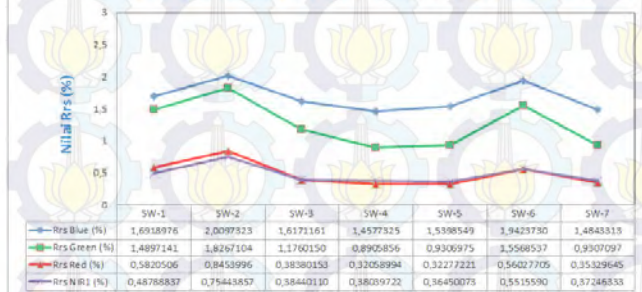
Setelah melakukan perhitungan dimana dimaksud algoritma diatas (4.1,4.2 dan 4.3), didapatkan hasil nilai reflektan – permukaan pada stasiun pengamatan sebagai berikut :

**Kurva Reflektan - permukaan**



Gambar 4.4 Kurva Nilai Reflektan – permukaan (sr<sup>-1</sup>) terhadap panjang gelombang (nm)

**Kurva Nilai Reflektan - Permukaan pada Stasiun Pengamatan**



Gambar 4.5 Kurva nilai reflektan – permukaan (%) terhadap stasiun pengamatan

Pada kurva diatas bisa diketahui bahwa secara berturut-turut kanal yang dominan menghamburkan gelombang kembali ke sensor (*backscattering*) adalah kanal biru – kanal hijau – kanal merah – kanal NIR1 dan sebaliknya kanal yang paling diserap oleh air (*absorbtion*) adalah kanal NIR1. Sehingga nantinya dalam pengambilan informasi atau estimasi untuk konsentrasi TSS dan transparansi perairan lebih dominan pada kanal biru dan hijau serta merah.

### 4.3 Pengembangan Model Algoritma

Pengembangan model untuk estimasi konsentrasi TSS dan transparansi di perairan PLTU Paiton dilakukan dengan kombinasi dari nilai – nilai reflektan – permukaan pada kanal 1, kanal 2, dan kanal 3. Perbandingan reflektan – permukaan yang digunakan untuk estimasi parameter TSS dan transparansi perairan dapat berupa reflektan – permukaan pada kanal tunggal, rasio antar kanal, transformasi kromatisiti antar kanal citra Worldview-2 dan lain - lain.

untuk mendapatkan nilai koefisien determinansi ( $R^2$ ) tertinggi, dimana  $y$  merupakan nilai parameter yang di uji yaitu data insitu TSS dan transparansi perairan (peubah  $y$  sebagai variabel tidak bebas) dan peubah  $x$  merupakan kombinasi reflektan – permukaan antar kanal yang digunakan (sebagai variabel bebas).

Dalam pengembangan model ini menggunakan lima persamaan regresi, dimana hasil paling terbaik akan digunakan sebagai model persamaan untuk algoritma dalam penelitian. Adapun macam-macam persamaan regresi sebagai berikut :

Tabel 4.5 Bentuk Model Persamaan Regresi

NO	Model Hubungan	Bentuk Model
	Regresi Linier	$y = a + bx$
1	Ekspensial	$y = a * \exp^{(bx)}$
2	Polynomial (orde 2)	$y = a + b * x^2 + b_1 * x$
3	Logaritmik	$y = a * \ln(x) + b$
4	Power	$y = a * x^b$
5		

Dalam penelitian ini, untuk menghasilkan nilai koefisien determinansi ( $R^2$ ) terbaik, variabel bebas yang digunakan merupakan transformasi reflektan pada kanal 1 (biru), kanal 2 (hijau), dan kanal 3 (merah) adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Transformasi Reflektan Variabel Bebas

No.	Nama	Transformasi Reflektan
1	Kanal Biru (K1)	Rrs K1
2	Kanal Hijau (K2)	Rrs K2
3	Kanal Merah (K3)	Rrs K3
4	Log K 1	Log (Rrs K1)
5	Log K 2	Log (Rrs K2)
6	Log K 3	Log (Rrs K3)
7	Rasio K 1 dan K 2	Rrs (K1/K2)
8	Rasio K 1 dan K3	Rrs (K1/K3)
9	Rasio K 2 dan K 3	Rrs (K2/K3)
10	Rasio Log K1 / Log K2	Log (Rrs K1 / Rrs K2)
11	Rasio Log K1 / Log K3	Log (Rrs K1 / Rrs K3)
12	Rasio Log K2 / Log K3	Log (Rrs K2 / Rrs K3)
13	Kromatisiti Biru	Rrs(K1/(K1+K2+K3))
14	Kromatisiti Hijau	Rrs(K2/(K1+K2+K3))
15	Kromatisiti Merah	Rrs(K3/(K1+K2+K3))
16	Log (Rasio kanal 1/2)	Log Rrs (K1/K2)
17	Log (Rasio kanal1/3)	Log Rrs (K1/K3)
18	Log (Rasio kanal2/3)	Log Rrs (K2/K3)

Keterangan :

Rrs = reflektan – permukaan

K = kanal

Dari beberapa model yang dihasilkan, kemudian dipilih model hubungan terbaik yang memiliki nilai koefisien determinansi ( $R^2$ ) yang tertinggi dan simpangan akar nilai tengah terkecil yaitu nilai *Root Mean Square Error (RMS Error)* sebagai analisa lanjutan. Koefisien determinansi ( $R^2$ ) merupakan kriteria kecocokan model yang berkisar antara 0 sampai 1, dalam keadaan ideal koefisien determinasi mendekati angka 1. Nilai  $R^2$  sebagai pengukur keamatan hubungan antara peubah y dan peubah x. Semakin dekat nilai  $R^2$  dengan nilai 1, maka semakin dekat pula titik pengamatan ke garis regresinya dan model tersebut semakin baik (Aunuddin,1989 dalam Lestari,2009).



Nilai  $R^2$  dan *RMS Error* akan berbanding terbalik, yaitu apabila nilai  $R^2$  tinggi maka nilai *RMS Error* akan semakin kecil. Nilai *RMS Error* mendekati angka 0 (nol) menunjukkan model semakin baik. Dimana untuk mencari nilai *RMS Error* tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$$RMS\ Error = \sqrt{\frac{\sum(\text{Nilai Sesungguhnya} - \text{Nilai Estimasi})^2}{\text{jumlah data}}} \quad (4.4)$$

Selanjutnya menghitung nilai *normalized mean absolute error* (NMAE) yaitu untuk menghitung nilai kesalahan normal yang terjadi pada persamaan tersebut dalam satuan persen (%). Dalam ekstraksi informasi dari metode penginderaan jauh, nilai NMAE yang pada toleransi sebesar 30%, sehingga nilai yang diatas tersebut kurang sesuai bilai digunakan dalam ekstraksi informasi penginderaan jauh. Adapun rumus untuk menghitung nilai NMAE sebagai berikut :

$$NMAE\ (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left( \frac{\text{nilai estimasi} - \text{nilai sesungguhnya}}{\text{nilai sesungguhnya}} \right) * 100 \quad (4.5)$$

Dimana N adalah banyak data yang digunakan

#### 4.3.1 Pengembangan Model Estimasi TSS

Pengembangan model Estimasi konsentrasi TSS di perairan PLTU Paiton melalui pengembangan model menggunakan lima persamaan regresi, dan menggunakan delapan belas parameter transformasi reflektan dari variabel bebas. Persamaan empiris ini tidak melihat faktor musim kemarau maupun musim hujan, namun ini dengan melihat pengambilan data insitu kualitas air di perairan PLTU Paiton.

Dari hasil perhitungan persamaan regresi, model hubungan transformasi reflektan kromatisiti kanal merah merupakan model hubungan yang menghasilkan nilai koefisien determinansi ( $R^2$ ) tertinggi, dengan menggunakan

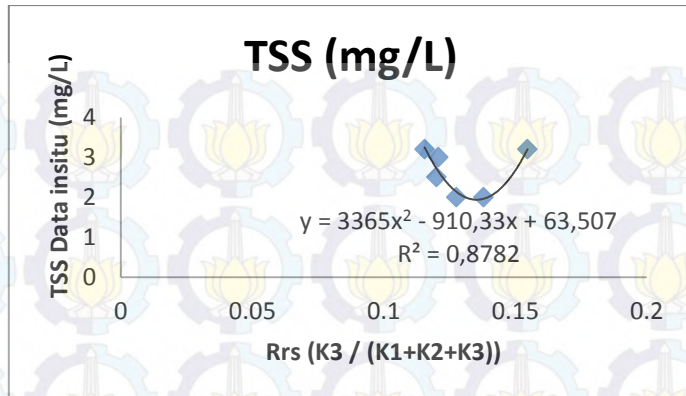
model persamaan regresi polynomial orde 2. Sehingga dalam penelitian ini menggunakan algoritma dari model hubungan polynomial orde 2 dan transformasi reflektan kromatisiti kanal merah untuk penentuan estimasi TSS pada penelitian ini.

Adapun hasil dari model persamaan regresi dalam pengembangan algoritma TSS sebagai berikut :

Tabel 4.7 Algoritma Model TSS Perairan PLTU Paiton

No.	Model Persamaan	Pengujian	
		R <sup>2</sup>	RMS Error
1	Linier : $y = 0,1988x + 2,6243$	3E-05	0,516
2	<b>Polinomial Orde 2:</b> <b><math>y = 3365x^2 - 910,33x + 63,507</math></b>	<b>0,878</b>	<b>0,365</b>
3	Eksponensial : $y = 2,6911e^{-0,273x}$	3E-4	0,518
4	Logaritmik : $y = 0,169\ln(x) + 2,3031$	0,001	0,515
5	Power : $y = 2,0582x^{-0,134}$	0,003	0,516

Dari tabel 4.7 diketahui bahwa model persamaan regresi yang memiliki nilai R<sup>2</sup> tertinggi yaitu pada model persamaan regresi polinomial orde 2 dengan transformasi kromatisiti kanal 3 (kanal merah) dimana memiliki nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,878, dengan demikian persamaan regresi polinomial orde 2 dengan transformasi kromatisiti kanal 3 yang akan digunakan untuk estimasi TSS di perairan PLTU Paiton. Adapun bentuk persamaan dari transformasi kromatisiti kanal 3 ini sebagai berikut :



Gambar 4.6 Model Hubungan Algoritma empiris Regresi Polinomial Orde 2 untuk Penentuan estimasi TSS di Perairan PLTU Paiton

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa algoritma untuk estimasi TSS di perairan PLTU Paiton adalah sebagai berikut :

$$TSS \left( \frac{mg}{L} \right) = 3365X^2 - 910,33X + 63,507 \quad (4.6)$$

Keterangan :

X = Reflektan-permukaan dari transformasi reflektan kromatisiti kanal merah (Rrs K3 / (K1+K2+K3))

Sebelum terpilih transformasi kromatisiti kanal merah, beberapa model telah di uji menggunakan nilai refraktan kanal tunggal, rasio antar kanal dan tranformasi kromatisiti serta transformasi lainnya, dari hasil pengujian itu keeratan hubungan yang paling tinggi antara beberapa transformasi reflektan dan model persamaan dengan data insitu TSS terdapat pada model hubungan persamaan regresi polinomial orde 2 dengan transformasi reflektan kromatisiti kanal merah (lampiran).

Penggunaan model yang sesuai untuk pendugaan estimasi TSS pada penelitian ini adalah model persamaan regresi polinomial orde 2 dengan transformasi reflektan kromatisiti kanal merah, hal ini terlihat jelas ketika memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi dan memiliki nilai *RMS error* terkecil dibandingkan nilai model hubungan yang lain, masing-masing adalah 0,878 dan 0,365.

#### 4.3.2 Pengembangan Model Estimasi Transparansi

Pengembangan model Estimasi transparansi di perairan PLTU Paiton melalui pengembangan model menggunakan lima persamaan regresi, dan menggunakan delapan belas parameter transformasi reflektan dari variabel bebas. Persamaan regresi ini tidak melihat faktor musim kemarau maupun musim hujan, namun ini dengan melihat pengambilan data insitu kualitas air di perairan PLTU Paiton.

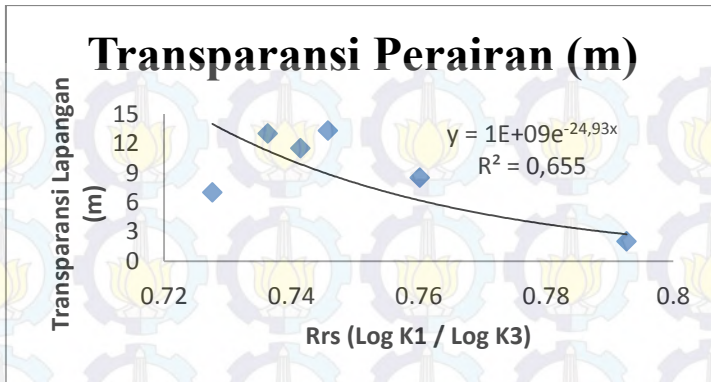
Dari hasil perhitungan persamaan regresi, bahwa model hubungan transformasi reflektan perbandingan logaritma kanal biru (Log K1) dengan logaritma kanal merah (Log K3) merupakan model hubungan yang menghasilkan nilai koefisien determinansi ( $R^2$ ) terbaik, dengan menggunakan model persamaan regresi eksponensial. Sehingga dalam penelitian ini menggunakan algoritma dari model hubungan eksponensial dan transformasi reflektan perbandingan logaritma kanal biru (Log K1) dengan logaritma kanal merah (Log K3) untuk penentuan estimasi transparansi perairan pada penelitian ini.

Adapun hasil dari model persamaan regresi dalam pengembangan algoritma transparansi perairan PLTU Paiton sebagai berikut :

Tabel 4.8 Algoritma Model Transparansi Perairan PLTU Paiton

No.	Model Hubungan	Pengujian	
		R2	RMS Error
1	Linier : $y = -131,1X + 107,62$	0,496	2,814
D2	Polynomial Orde 2 : $y = -5429,3X^2 + 8138,2X - 3038$	0,7962	6155,603
3	Exponensial : $y = 1E+09e^{-24,83x}$	<b>0,655</b>	<b>0,938</b>
4	Logaritmik $y = -98,79\ln(x) - 19,156$	0,0368	2,760
5	Power : $y = 0,0354x^{-18,82}$	0,643	4,528

Dari tabel 4.8 diketahui bahwa model persamaan regresi yang memiliki nilai  $R^2$  terbaik yaitu pada model persamaan regresi eksponensial dengan transformasi reflektan perbandingan logaritma kanal biru dengan logaritma kanal merah (Log K1 / Log K3) dimana memiliki nilai  $R^2$  sebesar 0,655, dengan demikian persamaan regresi eksponensial dengan transformasi Log K1 / Log K3 yang akan digunakan untuk estimasi transparansi di perairan PLTU Paiton. Adapun bentuk persamaan dari transformasi reflektan Log K1 / Log K3 ini sebagai berikut :



Gambar 4.7 Model Hubungan Algoritma Empiris Regresi Eksponensial untuk Penentuan Transparansi Perairan di PLTU Paiton

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa algoritma untuk estimasi transparansi di perairan PLTU Paiton adalah sebagai berikut :

$$\text{Transparansi (m)} = 1000000000e^{-24,93x} \quad (4.7)$$

Keterangan :

X = Reflektan permukaan dari rasio Log kanal 1 dengan log kanal 3 (Log K1 / Log K3)

Sebelum terpilih reflektan rasio logaritma kanal 1 dan logaritma kanal 3, beberapa model telah di uji menggunakan nilai reflektan kanal tunggal, rasio antar kanal dan tranformasi kromatisiti serta transformasi lainnya, dari hasil pengujian itu keeratan hubungan yang paling tinggi antara beberapa transformasi reflektan dan model persamaan dengan data insitu transparansi terdapat pada model hubungan persamaan regresi eksponensial dengan transformasi reflektan reflektan rasio logaritma kanal biru dan logaritma kanal merah (lampiran).

Penggunaan model yang sesuai untuk pendugaan estimasi transparansi pada penelitian ini adalah model persamaan regresi eksponensial dengan transformasi reflektan reflektan rasio logaritma kanal biru dan logaritma kanal merah, hal ini terlihat jelas ketika memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi dan memiliki nilai *RMS error* terkecil dibandingkan nilai model hubungan yang lain, masing-masing adalah 0,655 dan 0,938.

#### **4.4 Validasi Data**

##### **4.4.1 Validasi Estimasi TSS dengan Data Insitu**

Setelah mendapatkan algoritma untuk estimasi TSS di perairan PLTU Paiton, kemudian diaplikasikan dalam penentuan estimasi TSS. Dalam penentuan estimasi TSS ini mendapatkan hasil yang belum tervalidasi, sehingga hasil tersebut belum dapat valid untuk dibuat pemetaan TSS di wilayah perairan PLTU Paiton.

Dalam penentuan nilai estimasi TSS yang kemudian akan di validasi, menggunakan nilai pada titik stasiun pengamatan pada nilai estimasi, seperti titik stasiun pada hasil lapangan. Adapun nilai estimasi yang diambil dari ekstrak nilai 3x3 dan nilai lapangan TSS sebagai berikut :

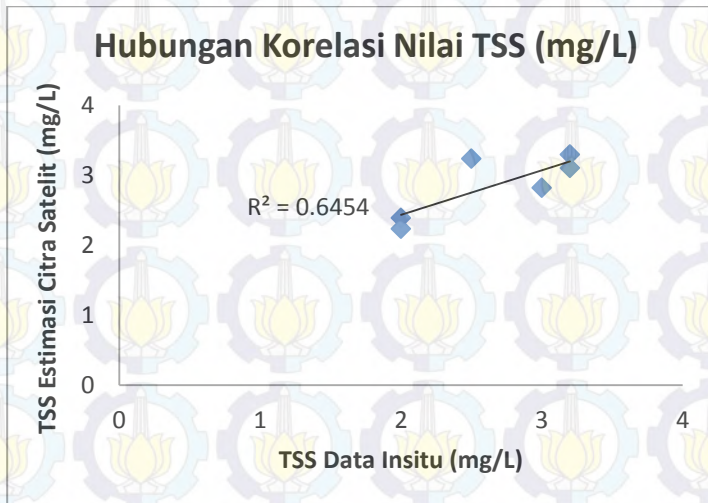
Tabel 4.9 Nilai Estimasi dan Data Insitu TSS (mg/L)

<b>Stasiun</b>	<b>Data Insitu</b>	<b>Estimasi TSS</b>
<b>SW – 1</b>	3,200	3,106
<b>SW – 3</b>	3,000	2,821
<b>SW – 4</b>	2,500	2,237
<b>SW – 5</b>	3,200	3,295
<b>SW – 6</b>	2,000	2,236
<b>SW -- 7</b>	2,000	2,389

Dapat diketahui pada tabel diatas, bahwa hasil dari nilai estimasi TSS dan TSS data insitu sangat bagus, disini dibuktikan dengan nilai TSS estimasi pada setiap stasiun

pengamatan mendekati dengan nilai TSS data insitu, dan juga nilai *RMS Error* dalam hal ini adalah 0,365. Dimana nilainya lebih kecil dibandingkan dengan nilai *RMS Error* pada nilai di algoritma yang lain. Sehingga dalam penggunaan algoritma dalam penentuan dan pemetaan TSS bisa digunakan.

Kemudian, hubungan antar nilai keduanya yaitu hubungan antara TSS estimasi dengan TSS data insitu memiliki nilai kelinieran yang tinggi yaitu sebesar 0,6454 seperti seperti gambar (4.8) dibawah ini :



Gambar 4.8 Hubungan Korelasi antara TSS estimasi dengan TSS data Insitu.

Dari gambar 4.8 diatas, dapat diketahui nilai keeratan (linier) antara nilai TSS data estimasi dengan TSS data insitu sangat erat, dibuktikan dengan nilai keeratan tersebut yang cukup tinggi, sehingga dalam penelitian ini algoritma untuk penentuan estimasi TSS dapat diaplikasikan.



Begitu juga dengan perhitungan nilai *normalized mean absolute error* (NMAE) yang di bawah 30%, sehingga ekstraksi nilai dalam metode penginderaan jauh sudah memenuhi, dimana dalam ekstraksi nilai penginderaan jauh nilai NMAE harus kurang atau sama dengan 30%. Adapun nilai NMAE dalam hasil penelitian ini adalah 12,100%, dengan rincian perstasiun sebagai berikut :

Tabel 4.10 Nilai NMAE TSS PLTU Paiton

No	Stasiun	NMAE (%)
1	SW - 1	2,922
2	SW - 3	5,956
3	SW - 4	29,472
4	SW - 5	2,971
5	SW - 6	11,817
6	SW - 7	19,459
<b>Rata - rata (%)</b>		<b>12,100</b>

#### 4.4.2 Validasi Estimasi Transparansi dengan Data Insitu

Demikian juga dengan nilai estimasi transparansi perairan di PLTU Paiton. Setelah mendapatkan algoritma untuk estimasi transparansi di perairan PLTU Paiton, kemudian diaplikasikan dalam penentuan estimasi transparansi. Dalam penentuan estimasi transparansi ini mendapatkan hasil yang belum tervalidasi, sehingga hasil tersebut belum dapat valid untuk dibuat pemetaan transparansi di wilayah perairan PLTU Paiton.

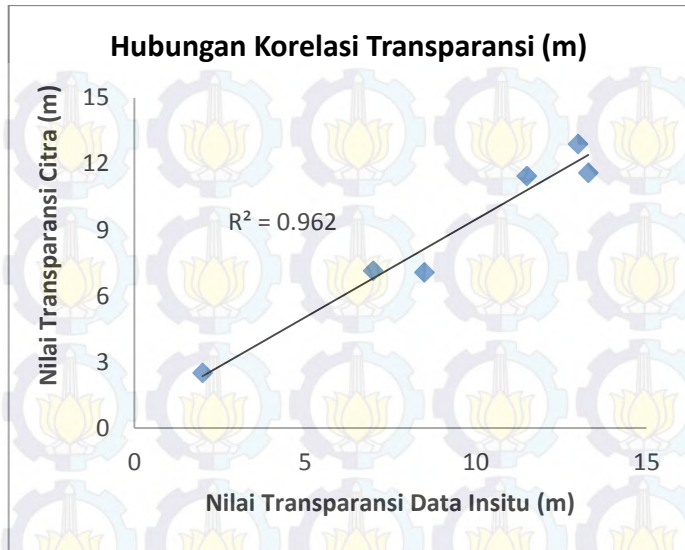
Dalam penentuan nilai estimasi transparansi yang kemudian akan di validasi, menggunakan nilai pada titik stasiun pengamatan pada nilai estimasi, seperti titik stasiun pada hasil lapangan. Adapun nilai estimasi yang diambil dari ekstrak nilai 3x3 dan nilai lapangan transparansi sebagai berikut :

Tabel 4.11 Nilai Estimasi dan Nilai Data Insitu Transparansi Perairan (m)

<b>Stasiun</b>	<b>Data Insitu</b>	<b>Estimasi Transparansi</b>
SW – 1	2,000	2,495
SW – 3	11,500	11,438
SW – 4	13,000	12,900
SW – 5	7,000	7,136
SW – 6	8,500	7,067
SW -- 7	13,300	11,582

Dapat diketahui pada tabel diatas, bahwa hasil dari nilai estimasi transparansi dan transparansi data insitu sangat bagus, disini dibuktikan dengan nilai perbedaan antara nilai data insitu dan nilai estimasi sangat berdekatan dan juga nilai *RMS Error* dalam hal ini adalah 0,938, dimana nilai *RMS Error* tersebut merupakan nilai yang paling rendah diantara hasil persamaan algoritma yang lain. Sehingga dalam penggunaan algoritma dalam penentuan dan pemetaan transparansi perairan bisa digunakan.

Kemudian, hubungan antar keduanya yaitu hubungan antara transparansi data insitu dengan transparansi estimasi memiliki nilai kelinieran yang tinggi yaitu sebesar 0,962 seperti gambar (4.9) dibawah ini .



Gambar 4.9 Hubungan Korelasi Tanparansi antara Transparansi Estimasi Data Insitu.

Dari gambar 4.9 diatas, dapat diketahui nilai keeratan (linier) antara nilai transparansi data estimasi dengan transparansi data insitu sangat erat, dibuktikan dengan nilai keeratan tersebut yang tinggi yaitu sebesar 0,962, sehingga dalam penelitian ini algoritma untuk penentuan estimasi transparansi dapat diaplikasikan.

Begitu juga dengan perhitungan nilai *normalized mean absolute error* (NMAE) yang di bawah 30%, sehingga ekstraksi nilai dalam metode penginderaan jauh sudah memenuhi, dimana dalam ekstraksi nilai penginderaan jauh nilai NMAE harus kurang atau sama dengan 30%. Adapun nilai NMAE dalam hasil penelitian ini adalah 9,631%, dengan rincian perstasiun sebagai berikut :

Tabel 4.12 Nilai NMAE Transparansi PLTU Paiton

No	Stasiun	NMAE (%)
1	SW - 1	24,742
2	SW - 3	0,537
3	SW - 4	0,796
4	SW - 5	1,937
5	SW - 6	16,854
6	SW - 7	12,918
<b>Rata - rata (%)</b>		<b>9,631</b>

#### **4.5 Pemetaan Konsentrasi TSS dan Transparansi Perairan**

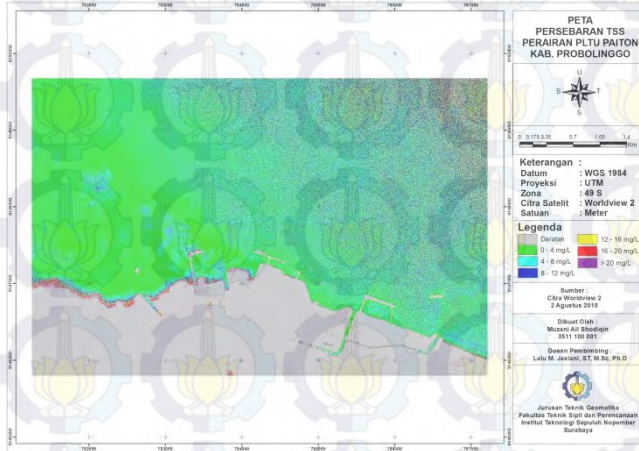
##### **4.5.1 Pemetaan Konsentrasi TSS**

Setelah pengembangan dan validasi model algoritma dilakukan, model tersebut diaplikasikan dalam pemetaan konsentrasi TSS dan transparansi di perairan PLTU Paiton pada tanggal 2 Agustus 2010. Secara visual distribusi konsentrasi TSS terbagi menjadi 6 kelas. Pembagian 6 kelas tersebut untuk melihat sebaran distribusi (variasi) konsentrasi TSS didasarkan pada perolehan hasil estimasi konsentrasi TSS yang berkisar antara 0 mg/L sampai 5 mg/L. Kelas-kelas untuk distribusi konsentrasi TSS sebagai berikut:

1. Kelas 1 : 0 – 4 mg/L (berwarna hijau)
2. Kelas 2 : 4 – 8 mg/L (berwarna biru tosca)
3. Kelas 3 : 8 – 12 mg/L (berwarna biru)
4. Kelas 4 : 12 – 16 mg/L (berwarna kuning)
5. Kelas 5 : 16 – 20 mg/L (berwarna merah)
6. Kelas 6 : > 20 mg/L (berwarna ungu)

Berdasarkan hasil pengembangan model algoritma pada tanggal 2 Agustus 2010, yaitu dengan menggunakan model persamaan regresi polinomial orde 2 dan transformasi reflektan pada kromatisiti kanal merah, konsentrasi TSS di perairan PLTU Paiton pada tanggal 2 Agustus 2010 dapat dilihat secara visual menunjukkan bahwa konsentrasi di wilayah tersebut tergolong rendah yaitu berkisar rata – rata 8

mg/L sampai 12 mg/L, namun ada juga yang mempunyai TSS konsentrasi tinggi yang terdapat pada daerah timur ke selatan dari perairan PLTU Paiton tersebut, seperti pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Peta Persebaran Konsentrasi Estimasi TSS di perairan PLTU Paiton (Lampiran).

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa distribusi konsentrasi TSS di perairan PLTU Paiton masih dalam kondisi normal, yaitu persebaran TSS rata-rata 8 mg/l, demikian juga TSS pada sekitar *outlet canal*, *inlet canal* dan sekitar wilayah *jetty* yaitu pada stasiun SW – 4, dan SW – 5 masih tergolong normal, yaitu konsentrasi antara 4 sampai 8 mg/l (biru tosca), walaupun tempat tersebut merupakan tempat masuknya air ke pengolahan PLTU Paiton, pintu keluarnya air hasil pengolahan pada PLTU Paiton dan tempat pembongkaran batu bara untuk bahan bakar di PLTU Paiton. Sedangkan, pada daerah di selatan kemudian ke timur dari perairan PLTU Paiton memiliki konsentrasi TSS yang tinggi yaitu antara diatas 12 mg/L (warna merah sampai ungu) dimana disebabkan wilayah tersebut merupakan wilayah

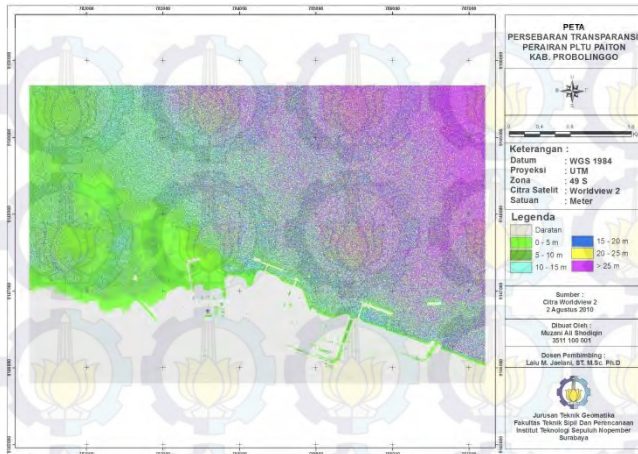
perairan sebagai tempat menunggu kapal sebelum masuk *Jetty* di PLTU Paiton dan juga disebabkan oleh turbulensi *flow* (arus) dari *outlet canal* PLTU Paiton yang sangat kuat terbawa ke tengah perairan laut sehingga menyebabkan kekeruhan (TSS) yang tinggi pada wilayah perairan tersebut, sedangkan tingginya TSS di perairan wilayah Desa Bhinor disebabkan banyaknya aktivitas nelayan masyarakat setempat, yaitu sebesar 12 sampai 16 mg/L di sepanjang pantai wilayah desa.

#### 4.5.2 Pemetaan Transparansi Perairan

Demikian juga dengan transparansi perairan, setelah pengembangan dan validasi model algoritma dilakukan, model tersebut diaplikasikan dalam pemetaan transparansi di perairan PLTU Paiton pada tanggal 2 Agustus 2010. Secara visual distribusi transparansi terbagi menjadi 6 kelas. Pembagian 6 kelas tersebut untuk melihat sebaran distribusi (variasi) transparansi didasarkan pada perolehan hasil estimasi transparansi yang berkisar antara 1 sampai 25 meter. Kelas-kelas untuk distribusi transparansi di perairan PLTU Paiton sebagai berikut :

1. Kelas 1 : 0 – 5 m (berwarna kuning)
2. Kelas 2 : 5 – 10 m (berwarna hijau)
3. Kelas 3 : 10 – 15 m (berwarna biru tosca)
4. Kelas 4 : 15 – 20 m (berwarna biru muda)
5. Kelas 5 : 20 – 25 m (berwarna biru)
6. Kelas 6 : > 25 m (berwarna ungu)

Berdasarkan hasil pengembangan model algoritma pada tanggal 2 Agustus 2010, yaitu dengan menggunakan model persamaan regresi eksponensial dan transformasi reflektan pada rasio logaritma kanal 1 dan logaritma kanal 3, transparansi di perairan PLTU Paiton pada tanggal 2 Agustus 2010 dapat dilihat secara visual menunjukkan bahwa transparansi di wilayah tersebut tergolong tinggi, adapun lebih lengkapnya seperti pada gambar (4.11) dibawah ini :



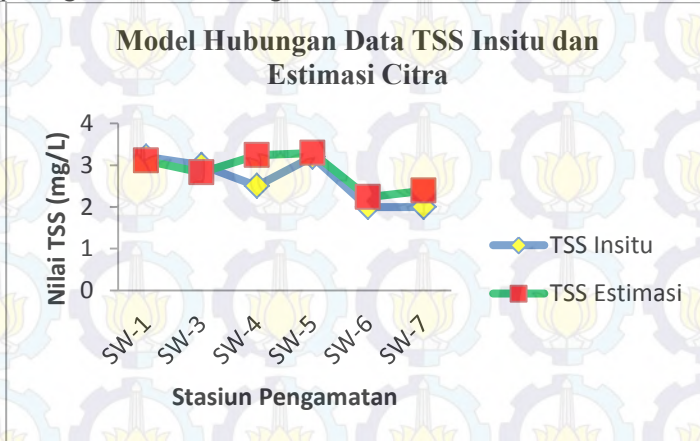
Gambar 4.11 Peta Persebaran Estimasi Transparansi di perairan PLTU Paiton (Lampiran).

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa transparansi di perairan PLTU Paiton termasuk tinggi, dimana transparansi pada perairan tersebut berkisar 5 m sampai 25 m, dan ada wilayah perairan yang mempunyai transparansi rendah yaitu berkisar 0 sampai 5 m (warna hijau), dimana terdapat di bibir pantai perairan PLTU Paiton tersebut. Pada transparansi yang rendah yaitu pada berkisar 0 m sampai 5 m juga termasuk daerah masyarakat Desa Bhinor dimana pekerjaan sebagian masyarakat tersebut adalah nelayan dan pencari udang di wilayah perairan tersebut, sehingga menyebabkan tingginya TSS sehingga transparansi rendah dan juga termasuk akibat terkena awan tipis pada wilayah tersebut (warna hijau). Sedangkan wilayah tenggara mempunyai nilai transparansi yang tinggi yaitu rata-rata 25 m, dimana wilayah tersebut merupakan wilayah perairan jalur perkapalan sehingga dengan kedalaman semakin, transparansi juga semakin tinggi.

## 4.6 Analisa TSS dan Transparansi Terhadap Terumbu Karang

### 4.6.1 Analisa TSS Terhadap Pertumbuhan Terumbu Karang

Hubungan antara konsentrasi TSS perairan hasil estimasi dengan konsentrasi TSS hasil data insitu terlihat pada gambar 4.12 sebagai berikut :



Gambar 4.12 Hubungan antara TSS Data Insitu dengan TSS Estimasi terhadap Stasiun Pengamatan.

Perbedaan konsentrasi TSS data insitu dengan konsentrasi TSS estimasi disebabkan oleh perbedaan waktu pengambilan sampel air laut untuk analisis konsentrasi TSS dengan satelit melewati perairan PLTU Paiton. Dalam hal ini satelit mengindera pada tanggal 2 Agustus 2010 sedangkan pengambilan sampel pada tanggal 4 Agustus 2010, seperti diketahui bahwa konsentrasi TSS diperairan laut dangkal sangat dinamis seperti yang terjadi pada perairan PLTU Paiton tersebut.

Dalam penelitian ini, bertepatan dengan bulan Agustus dimana dalam bulan tersebut merupakan musim hujan, sehingga konsentrasi TSS perairan pada musim hujan lebih



rendah dibandingkan pada musim kemarau, seperti dijelaskan diatas bahwa nilai konsentrasi TSS mayoritas pada kelas 2 yaitu antara 4 sampai 8 mg/L (warna biru toska).

Kantor MNKLH (1988) menetapkan nilai ambang batas (NAB) untuk TSS sebesar  $\leq 80$  mg/l untuk budidaya perikanan, taman laut dan konservasi,  $\leq 23$  mg/l untuk pariwisata dan rekreasi seperti renang dan selam, dan 20 mg/l untuk kehidupan terumbu karang. Kemudian hukum tersebut diperbaharui yaitu dengan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (Kemen LH) No.51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut disebutkan bahwa, padatan tersuspensi (TSS) untuk pertumbuhan terumbu karang sebesar 20 mg/L.

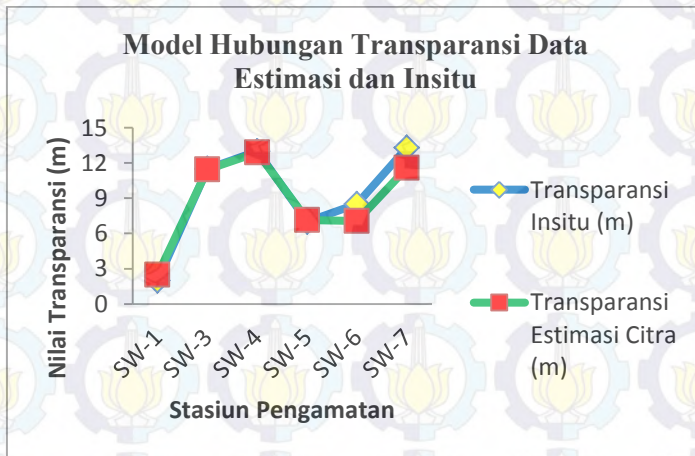
Dengan memperhatikan aturan tersebut, perairan di PLTU Paiton termasuk perairan yang cocok digunakan untuk pertumbuhan terumbu karang maupun untuk transplantasi terumbu karang, karena persebaran TSS di sekitar perairan PLTU Paiton berkisar antara 0 - 20 mg/L sehingga sangat cocok untuk pertumbuhan terumbu karang. Secara visual wilayah perairan PLTU Paiton cocok untuk pertumbuhan terumbu karang dimana memiliki nilai TSS tidak melebihi batas yang ditentukan oleh Kemen LH yaitu memiliki nilai maksimal konsentrasi TSS 20 mg/L, namun selain faktor TSS, masih ada faktor lain yang harus dipenuhi dalam memilih ataupun merupakan wilayah kecocokan untuk pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang, seperti faktor transparansi perairan dan suhu.

Dengan melihat nilai persebaran TSS melalui stasiun yang ada, ada beberapa stasiun pengamatan cocok untuk pertumbuhan terumbu karang, namun dengan melihat faktor yang lain (transparansi dan suhu) juga faktor lingkungan lain misalnya merupakan tempat *outlet canal*, *inlet canal*, dan *jetty*, stasiun dan wilayah yang cocok untuk pertumbuhan terumbu karang adalah di wilayah stasiun SW - 3, SW - 6

dan SW – 7. Sedangkan wilayah stasiun yang kurang cocok adalah di wilayah stasiun SW – 1 dan SW – 2, dikarenakan wilayah yang sangat dangkal sehingga menyebabkan tingginya TSS dan transparansi yang rendah serta merupakan wilayah aktivitas nelayan masyarakat setempat.

#### 4.6.2 Analisa Transparansi Perairan Terhadap Pertumbuhan Terumbu Karang

Begitu juga dengan transparansi perairan, hubungan antara konsentrasi transparansi perairan hasil estimasi dengan konsentrasi TSS hasil data insitu terlihat pada gambar 4.13 sebagai berikut :



Gambar 4.13 Hubungan antara Transparansi Data Insitu dengan Transparansi Estimasi

Transparansi perairan hasil estimasi dan transparansi perairan data insitu pada penelitian menunjukkan kecenderungan yang hampir sama, walaupun pengambilan data insitu transparansi perairan berbeda dengan penginderaan citra satelit yang melalui wilayah perairan PLTU Paiton, yaitu pengambilan data insitu diambil pada

tanggal 4 Agustus 2010 sedangkan penginderaan satelit diambil pada tanggal 2 Agustus 2010.

Berkebalikan dengan TSS, nilai estimasi transparansi perairan ini pada musim hujan semakin cerah (transparan), ini disebabkan karena semakin sedikit TSS yang ada maka semakin transparan perairan tersebut. Seperti pada gambar 4.13, dijelaskan bahwa nilai persebaran transparansi di perairan PLTU Paiton termasuk kategori tinggi yaitu memiliki kisaran nilai antara 5 m sampai 25 m.

Kisaran transparansi perairan berdasarkan nilai ambang batas yang ditetapkan oleh kantor MNKLH (1988), dimana transparansi perairan 3 m sampai 5 m untuk kepentingan perikanan, 5 m sampai 10 m untuk kehidupan terumbu karang dan > 10 m untuk pariwisata. Kemudian, dilanjut dengan peraturan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (Kemen LH) No.51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut disebutkan bahwa, transparansi untuk pertumbuhan terumbu karang lebih dari 5 m.

Dengan melihat hasil dari nilai estimasi transparansi perairan pada tanggal 2 Agustus 2010 (Gambar 4.11), perairan PLTU Paiton merupakan cocok untuk perkembangan dan pertumbuhan terumbu karang berada di perairan PLTU Paiton. Dimana memiliki persebaran transparansi rata-rata 5 m – 15 m (disepanjang pantai), sehingga sangat cocok untuk terumbu karang, namun selain faktor transparansi, masih ada faktor lain yang harus dipenuhi dalam memilih ataupun merupakan wilayah kecocokan untuk pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang, seperti faktor TSS dan suhu. Dengan melihat Peraturan Menteri LH No. 51 Tahun 2004, daerah yang merupakan cocok untuk pertumbuhan terumbu berada di wilayah perairan stasiun SW - 3, SW – 6 dan SW – 7 dimana memiliki transparansi antara 8 m sampai 13 m. Sedangkan wilayah yang merupakan tidak cocok untuk pertumbuhan terumbu karang berada di wilayah stasiun SW - 1, SW - 2,

SW – 4 dan SW - 5, dengan melihat faktor transparansi yang rendah dan berada di wilayah *outlet canal*, *inlet canal*, maupun berada di *jetty* untuk bersandarnya kapal pemuat batu bara..

Selain faktor transparansi perairan dalam memilih tempat untuk pertumbuhan terumbu karang juga terdapat faktor lainnya, yaitu faktor persebaran TSS dan suhu , sehingga dalam penentuan lokasi pertumbuhan terumbu karang yang baik dan untuk transplantasi teumbu karang harus memperhatikan beberapa faktor tersebut.

#### **4.7 Zonasi Kehidupan Terumbu Karang**

Terumbu karang yang berada di perairan PLTU Paiton merupakan terumbu karang tipe terumbu karang tepi (*fringing reef*) , dimana tipe ini tumbuh di sekitar pantai sampai mencapai kedalaman 40 meter dengan pertumbuhan ke atas dan ke arah luar menuju laut lepas. Jenis tipe ini cenderung mempunyai pertumbuhan yang kurang baik, bahkan banyak yang mati akibat kekeringan dan banyaknya endapan dari daratan (Hikmah,2009).

Hikmah (2009) , juga menjelaskan bahwa pembentukan terumbu karang secara aktif dapat berlangsung pada kedalaman di bawah 25 meter pada perairan Indo-Pasifik, terumbu karang dapat tumbuh sampai kedalaman 40 meter dan dibawah ini terumbu karang sangat sulit hidup karena lapisan air yang sangat dingin dan lemahnya intensitas matahari, namun terumbu karang kebanyakan tumbuh pada kedalaman 25 meter atau kurang.

Dalam penelitian ini, zonasi yang dimaksudkan adalah penentuan wilayah perairan PLTU Paiton yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang serta sesuai sebagai tempat transplantasi terumbu karang yang sesuai faktor pembatas terumbu karang, dalam hal ini adalah faktor TSS dan transparansi perairan.

Dalam penentuan zonasi menurut faktor TSS dan transparansi perairan ini berdasarkan peraturan kementerian LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut,

dalam hal ini untuk biota terumbu karang seperti yang tertera pada tabel 4.13, sehingga berdasarkan peraturan tersebut dapat diketahui wilayah perairan di PLTU Paiton yang sesuai ataupun tidaknya untuk pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang.

Tabel 4.13 Baku Mutu Air Laut untuk Terumbu Karang

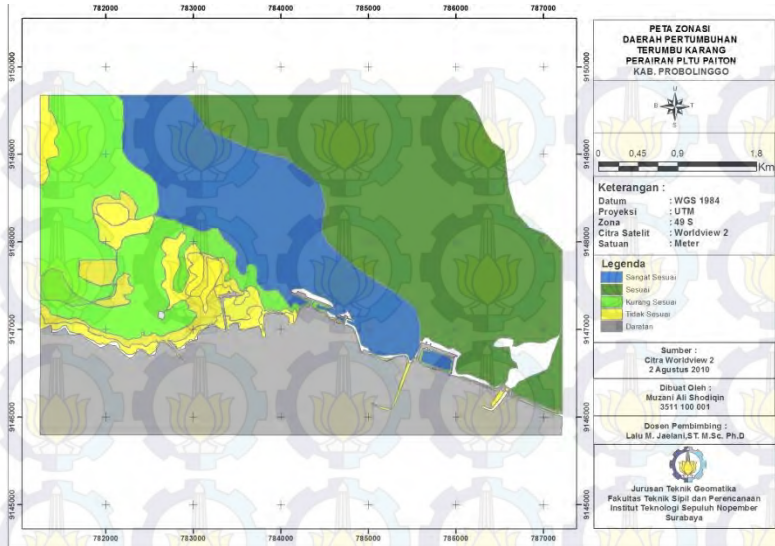
No.	Parameter	Baku Mutu
1	TSS (mg/l)	20
2	Suhu ( $^{\circ}$ C)	28 - 30
3	Transparansi Perairan (m)	> 5

Dengan memperhatikan faktor dan ketentuan yang ada, maka dalam pembuatan zonasi ini dibagi beberapa kelas untuk menentukan wilayah perairan di PLTU Paiton termasuk sesuai atau tidaknya sebagai tempat pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang. Adapun kriteria pembuatan kelas tersebut antara lain :

Tabel 4.14 Kriteria Perairan Untuk Terumbu Karang

Kelas	Kriteria Perairan	TSS (mg/L)	Transparansi (m)	Warna
1	Sangat Sesuai	0 - 5	10 - 15	Biru
2	Sesuai	5 - 10	15 - 25	Hijau Tua
3	Kurang Sesuai	0 - 5	5 - 10	Hijau
4	Tidak Sesuai	0 - 15	0 - 5	Kuning

Dengan pembagian kelas seperti yang tertera dalam Tabel 4.14 diatas berguna memudahkan dalam pembuatan zonasi perairan untuk wilayah kesesuaian kehidupan terumbu karang di perairan PLTU Paiton. Dari hasil pengolahan zonasi tersebut, didapatkan wilayah kesesuaian untuk kehidupan terumbu karang seperti pada Gambar 4.14 dibawah ini :



Gambar 4.14 Zonasi perairan dengan kesesuaian untuk kehidupan terumbu karang di PLTU Paiton.

Dari gambar 4.14 diketahui bahwa wilayah perairan PLTU Paiton sangat sesuai untuk kehidupan terumbu karang, itu dibuktikan dengan wilayah kesesuaian perairan (warna biru dan hijau tua) untuk kehidupan terumbu karang lebih besar dibandingkan dengan kurang kesesuaian (warna kuning) untuk kehidupan terumbu karang. Adapun luasan dari zonasi perairan untuk terumbu karang di perairan PLTU Paiton sebagai berikut :

Tabel 4.17 Luasan Zonasi Perairan untuk Kehidupan Terumbu Karang

No.	Kriteria	Luas (km <sup>2</sup> )
1	Sangat Sesuai	3,747
2	Sesuai	7,188
3	Kurang Sesuai	3,292
4	Tidak Sesuai	2,293

Namun demikian, wilayah perairan yang merupakan kurang kesesuaian untuk kehidupan terumbu karang seperti pada gambar 4.14 diatas bukan berarti tidak bisa digunakan untuk kehidupan terumbu karang secara langsung, dimana dalam hal zonasi ini hanya berdasarkan nilai TSS dan transparansi dari estimasi citra Worldview - 2, sedangkan nilai TSS dalam estimasi tersebut maksimal hanya 20 mg/L, sedangkan menurut peraturan Kementerian LH No. 51 Tahun 2004 batas maksimal TSS untuk kehidupan terumbu karang adalah 20 mg/L, sehingga masih tertoleransi oleh peraturan tersebut.

Begitupun juga untuk wilayah perairan yang merupakan sesuai untuk kehidupan terumbu karang, dimana dilihat pada Gambar 4.14 wilayah yang merupakan sesuai untuk terumbu karang lebih besar berada pada perairan laut lepas dibandingkan dengan pada tepi pantai, sehingga masih bisa dimungkin bahwa sebagian wilayah tersebut tidak sesuai untuk kehidupan terumbu karang, dan juga pada wilayah perairan yang sesuai untuk kehidupan terumbu karang ada yang merupakan daerah *outlet canal*, *inlet canal*, dan termasuk area *jetty* kapal, dimana pada area tersebut merupakan daerah yang memiliki nilai temperatur dan kekeruhan yang tinggi akibat tumpahnya batu bara saat pengambilan dari kapal, dimana hal itu merupakan juga salah satu faktor pembatas kehidupan terumbu karang lainnya.





## BAB V KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Algoritma empiris yang sesuai untuk perhitungan nilai estimasi TSS di perairan PLTU Paiton adalah persamaan regresi model polinomial orde 2 dengan menggunakan transformasi reflektan kromatisiti kanal merah (sebagai variabel bebas) dan TSS data insitu (sebagai variabel tak bebas), dimana menghasilkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi dan memiliki nilai *RMS error* terkecil dibandingkan nilai model hubungan yang lain, masing-masing adalah 0,878 dan 0,365.

Sedangkan untuk perhitungan nilai estimasi transparansi perairan adalah persamaan regresi model eksponensial dengan menggunakan transformasi reflektan rasio logaritma kanal 1 dengan logaritma kanal 3 (sebagai variabel bebas) dan transparansi perairan data insitu (sebagai variabel tak bebas), dimana menghasilkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi dan memiliki nilai *RMS error* terkecil dibandingkan nilai model hubungan yang lain, masing-masing adalah 0,655 dan 0,938.

Dalam pembuatan persamaan algoritma ini masih belum bisa digunakan untuk pemetaan estimasi TSS dan transparansi di wilayah lain, karena dalam pembuatan persamaan algoritma tersebut belum divalidasi dengan citra lain dengan waktu yang berbeda, sehingga dalam hal ini algoritma dalam penelitian ini hanya untuk wilayah perairan PLTU Paiton pada tanggal 2 Agustus 2010, namun persamaan ini dapat digunakan untuk pengambilan data melalui penginderaan jauh dikarenakan nilai NMAE di bawah 30%.

Konsentrasi TSS di perairan PLTU Paiton secara kuantitatif normal dimana persebarannya merata pada kisaran 5 sampai 20 mg/L. Sedangkan konsentrasi nilai transparansi di perairan PLTU Paiton tergolong tinggi (cerah), dimana transparansinya mencapai kisaran 15 sampai 25 m.

Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya maupun rendahnya dari TSS dan transparansi perairan adalah *outlet canal*, *inlet canal* dan *jetty*. Dimana *outlet canal* tempat pengeluaran air hasil limbah produksi PLTU Paiton, kemudian *inlet canal* merupakan tempat masuknya air laut untuk pendingin kondensor pada PLTU Paiton, serta *jetty* dimana tempat bersandarnya dan pembongkaran isi kapal pembawa batu bara yang digunakan bahan bakar PLTU paiton.

Dalam hubungan dengan kehidupan terumbu karang, ada beberapa wilayah yang sesuai untuk kehidupan terumbu karang, adapun wilayah perairan yang sesuai untuk kehidupan terumbu karang di PLTU Paiton sebesar 14,227 km<sup>2</sup>.

## **5.2 Saran**

Pada penelitian berikutnya dikorelasikan antara data insitu TSS dan transparansi yang lebih banyak sehingga mempunyai korelasi yang tinggi, dan membantu dalam pembuatan algoritma empiris untuk TSS dan transparansi perairan. Dan juga dikorelasikan dengan data meteorologi seperti curah hujan dan angin untuk melihat pengaruhnya terhadap konsentrasi TSS dan transparansi di perairan PLTU Paiton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alghifari, M.A. 2010. Terumbu Karang Buatn Upaya Melestraikan dan Menjaga Keseimbangan Ekosistem Laut. (<http://matoa.org/terumbu-karang-buatan-upaya-melestarikan-dan-menjaga-keseimbangan-ekosistem-laut/>). Dikunjungi pada tanggal 2 November 2014, jam 09.45 BBWI.
- Amri, N.K. dkk. 2004. Pemetaan Sebaran Terumbu Karang di Kepulauan Karimun Jawa Menggunakan Citra Satelit Landsat. Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anonim(a), 2014. Koleksi Gambar Terumbu Karang terindah di Indonesia dan Dunia. (<http://gambargambar.co/koleksi-gambar-terumbu-karang-terindah-di-indonesia-dan-dunia.html>) Dikunjungi pada tanggal 15 Januari 2016, jam 08:15 BBWI.
- Anonim(b), 2010. Identifikasi Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang. Surabaya: Badan Lingkungan Hidup Jawa Timur.
- Anonim(c), 2014. Prosedur Uji *Total Suspended Solid* (TSS). (<http://www.indonesian-publichealth.com/2014/05/prosedur-uji-total-suspended-solidtss.html>). Dikunjungi pada tanggal 1 November 2014, jam 21.10 BBWI.
- Anonim(d), 2014, Salinitas. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Salinitas>), Dikunjungi pada tanggal 5 November 2014, jam 10.15 BBWI.
- Anonim, 2016. SECCHI (DISK). (<http://www.fairylakeassociation.com/initiatives/secchi-disk/>) dikunjungi pada tanggal 15 Januari 2016 jam 08.30 BBWI.
- Budiman, S. 2004. Mapping TSM Concentrations from Multisensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta, Indonesia. Disertasi. ITC. Netherlands.

- Budiman, S., 2005. "Pemetaan Sebaran Total Suspended Matter (TSM) Menggunakan Data ASTER dengan Pendekatan Bio-Optical Model". Prosiding PIT MAPIN XIV 'Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa'. Jilid III, Teknologi Informasi Spasial, Surabaya.
- Danoedoro, P. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Penerbit ANDI Yogyakarta. Yogyakarta. 2012. 406 hal.
- Damayanti, Reina. 2012. Pemetaan Terumbu Karang di Perairan Pulau Tambunan Kab. Banyuwangi menggunakan Citra Satelit Quickbird. Prosiding Seminar Nasional Kedaulatan Pangan dan Energi 2012.
- Deidda, M and G. Sanna. 2012. Bathymetric Extraction Using Worldview-2 High Resolution Images. International Archives of a Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume XXXIX-BB, 2012.
- Dekker, Arnold G and Erin L. Hestir. 2012. Inland Water Quality Monitoring With Satellite Remote Sensing. Environmental Information Service-Bureau Meteorology. CSIRO. 2010
- Digitalglobe, 2010. Worldview-2 data sheet.
- Doxani, G dkk. 2012. Shallow Water Bathymetry Over Variable Bottom Types Using Multispectral Worldview-2 Image. International Archives of a Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume XXXIX-BB, 2012.
- Faizal, A. dan Jompa, J. 2010. Pemanfaatan Citra ALOS AVNIR-2 dalam Pemetaan Kondisi Terumbu Karang di Taman Wisata Alam Laut Kapoposang, Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Tahunan VII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan: 1-12.
- Lestari, D.L. 2009. Pendugaan Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dan Transparansi Perairan di Teluk Jakarta dengan Citra Satelit Landsat. Skripsi, Institut Pertanian Bogor.

- Masyhuri, A. 2007. Pemetaan Terumbu Karang dan Ikan Karang di Perairan Pasir Putih Situbondo Jawa Timur. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mukhlis. 2011. Ekosistem Terumbu Karang dan Kondisi Oseanografi Perairan Kawasan Wisata bahari Lombok. Prosiding Berk. Penel. Hayati 16: 111-118.
- Mulya, M.B. 2006. Kondisi Terumbu karang Hidup Berdasarkan Persen Tutupan di Pulau Karang Propinsi Sumatra Utara dan Hubungannya dengan Kualitas Perairan. Prosiding Komunikasi Penelitian volume 18, jilid II : 1-6.
- Nganro, N.R. 2009. Metoda Ekotoksilogi Perairan Laut Terumbu Karang. Bandung *press*. Bandung: 2009.
- Nurandani, P. 2014. Pengolahan Data Penginderaan Jauh untuk Pemetaan *Total Suspended Solid* (TSS) di Danau Rawa Pening Jawa Tengah: Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014: 722-731.
- Nurjati, C dan Handayani, H. 2011. Penginderaan Jauh untuk Estimasi Kandungan TSS di Wilayah Pantai Timur Surabaya Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah 2011: H-5-H-16.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis (Alih bahasa oleh: Muh. Eidman, Koesoebiono, Dietrich G.B., M. Hutomo, S. Sukardjo). Penerbit PT. Gramedia. Jakarta. 459 hal
- Parwati, E. 2014. Analisa Dinamika Fluktuasi TSS (*Total Suspended Solid*) sepanjang DAS-Muara-Laut di Perairan Kalimantan Timur. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014: 662-670.
- Parwati, E. Dan Purwanto, A.D. 2014. Analisa Algoritma Ekstraksi Informasi TSS Menggunakan Data Landsat 8 di Perairan Berau. Prosiding Seminar Nasional 2014: 518-528.

- Pitasari, A.dkk. 2011. Tingkat Rekrutmen Karang pada Tipe Substrat di Pantai Pasir Putih Situbondo. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.Surabaya.
- Purnomo,P.W dan Mahmudi,M.2008.Kondisi Terumbu Karang di Kepulauan dalam Kaitan dengan Grada Kualitas Perairan.Jurnal Penelitian Perikanan, Volume II, No.2:211-218
- Putra,R.M.dkk.2014.Analisa Sedimen Tersuspensi (*Total Suspended Matter*) di Perairan Timur Sidoarjo Menggunakan Citra Satelit Landsat dan SPOT. Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014:444-454.
- Suwargana,N. 2014. Analisis Citra ALOS AVNIR-2 untuk Pemetaan Terumbu Karang di Banyu Putih Situbondo.Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014:588-596.
- Trisakti,B.dkk.2014.Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Memantau Parameter Status Ekosistem Perairan Danau (Studi Kasus: Danau rawa Pening). Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014:393-402.
- Wijaya,SW.2005.Aplikasi Penginderaan jauh dengan Citra Satelit Quickbird untuk Pemetaan Mangrove di Pulau karimun Jawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Institut Pertanian Bogor.
- Zulkifli.2006.Metode Penelitian TSS (*Total Suspended Solid*). (<http://www.damandiri.or.id/file/zulkifliipbbab3.pdf>). Dikunjungi pada tanggal 2 November 2014, jam 09.30 BBWI.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Meta Data Citra Worldview – 2

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<isd>
<IMD>
  <VERSION>24.06</VERSION>
  <GENERATIONTIME>2015-01-
08T05:39:34.000000Z</GENERATIONTIME>
  <PRODUCTORDERID>054062769020_01_P001</PRODUCTORDERID>
  <PRODUCTCATALOGID>203001013B3A8100</PRODUCTCATALOGID>
  <IMAGEDESCRIPTOR>ORStandard2A</IMAGEDESCRIPTOR>
  <BANDID>MS1</BANDID>

  <PANSHARPENALGORITHM>None</PANSHARPENALGORITHM>
  <NUMROWS>2056</NUMROWS>
  <NUMCOLUMNS>3091</NUMCOLUMNS>
  <PRODUCTLEVEL>LV2A</PRODUCTLEVEL>
  <PRODUCTTYPE>Standard</PRODUCTTYPE>
  <NUMBEROFLOOKS>1</NUMBEROFLOOKS>
  <RADIOMETRICLEVEL>Corrected</RADIOMETRICLEVEL>
  <RADIOMETRICENHANCEMENT>Off</RADIOMETRICENHANCEMEN
T>
  <BITSPERPIXEL>16</BITSPERPIXEL>
  <COMPRESSIONTYPE>None</COMPRESSIONTYPE>
  <OUTPUTFORMAT>GeoTIFF</OUTPUTFORMAT>
  <BAND_B>
    <ULLON>1.1354841504000000e+02</ULLON>
    <ULLAT>-7.6844046900000000e+00</ULLAT>
    <ULHAE>4.0120000000000000e+01</ULHAE>
    <URLON>1.1360439602000000e+02</URLON>
    <URLAT>-7.6840686800000000e+00</URLAT>
    <URHAE>4.0120000000000000e+01</URHAE>
    <LRLON>1.1360462301000000e+02</LRLON>
    <LRLAT>-7.7212077700000000e+00</LRLAT>
    <LRHAE>4.0120000000000000e+01</LRHAE>
    <LLON>1.1354863717000000e+02</LLON>
    <LLAT>-7.7215454300000000e+00</LLAT>
    <LLHAE>4.0120000000000000e+01</LLHAE>
    <ABSCALFACTOR>1.2608250000000000e-
02</ABSCALFACTOR>
    <EFFECTIVEBANDWIDTH>5.4300000000000000e-
02</EFFECTIVEBANDWIDTH>
    <TDILEVEL>14</TDILEVEL>
  </BAND_B>
  <BAND_G>
```

<ULLON>1.135484150400000e+02</ULLON>  
<ULLAT>-7.684404690000000e+00</ULLAT>  
<ULHAE>4.012000000000000e+01</ULHAE>  
<URLON>1.136043960200000e+02</URLON>  
<URLAT>-7.684068680000000e+00</URLAT>  
<URHAE>4.012000000000000e+01</URHAE>  
<LRLON>1.136046230100000e+02</LRLON>  
<LRLAT>-7.721207770000000e+00</LRLAT>  
<LRHAE>4.012000000000000e+01</LRHAE>  
<LLLON>1.135486371700000e+02</LLLON>  
<LLLAT>-7.721545430000000e+00</LLLAT>  
<LLHAE>4.012000000000000e+01</LLHAE>  
<ABSCALFACTOR>9.713071000000000e-  
03</ABSCALFACTOR>  
<EFFECTIVEBANDWIDTH>6.300000000000000e-  
02</EFFECTIVEBANDWIDTH>  
<TDILEVEL>14</TDILEVEL>  
</BAND\_G>  
<BAND\_R>  
<ULLON>1.135484150400000e+02</ULLON>  
<ULLAT>-7.684404690000000e+00</ULLAT>  
<ULHAE>4.012000000000000e+01</ULHAE>  
<URLON>1.136043960200000e+02</URLON>  
<URLAT>-7.684068680000000e+00</URLAT>  
<URHAE>4.012000000000000e+01</URHAE>  
<LRLON>1.136046230100000e+02</LRLON>  
<LRLAT>-7.721207770000000e+00</LRLAT>  
<LRHAE>4.012000000000000e+01</LRHAE>  
<LLLON>1.135486371700000e+02</LLLON>  
<LLLAT>-7.721545430000000e+00</LLLAT>  
<LLHAE>4.012000000000000e+01</LLHAE>  
<ABSCALFACTOR>1.103623000000000e-  
02</ABSCALFACTOR>  
<EFFECTIVEBANDWIDTH>5.740000000000000e-  
02</EFFECTIVEBANDWIDTH>  
<TDILEVEL>10</TDILEVEL>  
</BAND\_R>  
<BAND\_N>  
<ULLON>1.135484150400000e+02</ULLON>  
<ULLAT>-7.684404690000000e+00</ULLAT>  
<ULHAE>4.012000000000000e+01</ULHAE>  
<URLON>1.136043960200000e+02</URLON>  
<URLAT>-7.684068680000000e+00</URLAT>  
<URHAE>4.012000000000000e+01</URHAE>  
<LRLON>1.136046230100000e+02</LRLON>  
<LRLAT>-7.721207770000000e+00</LRLAT>  
<LRHAE>4.012000000000000e+01</LRHAE>  
<LLLON>1.135486371700000e+02</LLLON>  
<LLLAT>-7.721545430000000e+00</LLLAT>



<LLHAE>4.012000000000000e+01</LLHAE>  
<ABSCALFACTOR>1.224380000000000e-  
02</ABSCALFACTOR>  
<EFFECTIVEBANDWIDTH>9.890000000000000e-  
02</EFFECTIVEBANDWIDTH>  
<TDILEVEL>10</TDILEVEL>  
</BAND\_N>  
<IMAGE>  
<SATID>WV02</SATID>  
<MODE>FullSwath</MODE>  
<SCANDIRECTION>Reverse</SCANDIRECTION>  
<CATID>10300100066D4300</CATID>  
<FIRSTLINETIME>2010-08-  
02T03:00:15.223021Z</FIRSTLINETIME>  
<AVGLINERATE>5.000010000000000e+03</AVGLINERATE>  
<EXPOSUREDURATION>2.000000000000000e-  
04</EXPOSUREDURATION>  
<MINCOLLECTEDROWGSD>1.954000000000000e+00</MINCOLLECTE  
DROWGSD>  
<MAXCOLLECTEDROWGSD>1.955000000000000e+00</MAXCOLLECT  
EDROWGSD>  
<MEANCOLLECTEDROWGSD>1.955000000000000e+00</MEANCOLLE  
CTEDROWGSD>  
<MINCOLLECTEDCOLGSD>1.902000000000000e+00</MINCOLLECTED  
COLGSD>  
<MAXCOLLECTEDCOLGSD>1.903000000000000e+00</MAXCOLLECTE  
DCOLGSD>  
<MEANCOLLECTEDCOLGSD>1.902000000000000e+00</MEANCOLLEC  
TEDCOLGSD>  
<MEANCOLLECTEDGSD>1.928000000000000e+00</MEANCOLLECTED  
GSD>  
<ROWUNCERTAINTY>3.283000000000000e+01</ROWUNCERTAINTY>  
<COLUNCERTAINTY>2.808000000000000e+01</COLUNCERTAINTY>  
<MINSUNAZ>4.140000000000000e+01</MINSUNAZ>  
<MAXSUNAZ>4.140000000000000e+01</MAXSUNAZ>  
<MEANSUNAZ>4.140000000000000e+01</MEANSUNAZ>

<MINSUNEL>5.590000000000000e+01</MINSUNEL>  
<MAXSUNEL>5.600000000000000e+01</MAXSUNEL>  
<MEANSUNEL>5.600000000000000e+01</MEANSUNEL>  
<MINSATAZ>7.700000000000000e+00</MINSATAZ>  
<MAXSATAZ>7.800000000000000e+00</MAXSATAZ>  
<MEANSATAZ>7.700000000000000e+00</MEANSATAZ>  
<MINSATEL>7.670000000000000e+01</MINSATEL>  
<MAXSATEL>7.690000000000000e+01</MAXSATEL>  
<MEANSATEL>7.680000000000000e+01</MEANSATEL>  
<MININTRACKVIEWANGLE>1.170000000000000e+01</MININTRACKVIEWANGLE>  
<MAXINTRACKVIEWANGLE>1.180000000000000e+01</MAXINTRACKVIEWANGLE>  
<MEANINTRACKVIEWANGLE>1.170000000000000e+01</MEANINTRACKVIEWANGLE>  
<MINCROSSTRACKVIEWANGLE>-  
2.000000000000000e-01</MINCROSSTRACKVIEWANGLE>  
<MAXCROSSTRACKVIEWANGLE>-  
1.000000000000000e-01</MAXCROSSTRACKVIEWANGLE>  
<MEANCROSSTRACKVIEWANGLE>-  
2.000000000000000e-01</MEANCROSSTRACKVIEWANGLE>  
<MINOFFNADIRVIEWANGLE>1.170000000000000e+01</MINOFFNADIRVIEWANGLE>  
<MAXOFFNADIRVIEWANGLE>1.180000000000000e+01</MAXOFFNADIRVIEWANGLE>  
<MEANOFFNADIRVIEWANGLE>1.180000000000000e+01</MEANOFFNADIRVIEWANGLE>  
<PNIIRS>3.000000000000000e+00</PNIIRS>  
<CLOUDCOVER>0.000000000000000e+00</CLOUDCOVER>  
<RESAMPLINGKERNEL>MTF</RESAMPLINGKERNEL>  
<POSITIONKNOWLEDGESRC>R</POSITIONKNOWLEDGESRC>  
<ATTITUDEKNOWLEDGESRC>R</ATTITUDEKNOWLEDGESRC>  
<REVNUMBER>4270</REVNUMBER>  
</IMAGE>

```

<MAP_PROJECTED_PRODUCT>
<EARLIESTACQTIME>2010-08-
02T03:00:26.407769Z</EARLIESTACQTIME>
<LATESTACQTIME>2010-08-
02T03:00:26.407769Z</LATESTACQTIME>
<DATUMNAME>WE</DATUMNAME>
<SEMIMAJORAXIS>6.378137000000000e+06</SEMIMAJORAXIS>
<INVERSEFLATTENING>2.982572235630000e+02</INVERSEFLATTENING>
<DATUMOFFSETList>
<DATUMOFFSET>0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00
0.000000000000000e+00</DATUMOFFSET>
<DATUMOFFSETList>
<MAPPROJNAME>UTM</MAPPROJNAME>
<MAPPROJCODE>1</MAPPROJCODE>
<MAPZONE>49</MAPZONE>
<MAPHEMI>S</MAPHEMI>
<MAPPROJPARAMList>
<MAPPROJPARAM>0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00
0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00
0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00
0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00
0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00
0.000000000000000e+00</MAPPROJPARAM>
<MAPPROJPARAMList>
<PRODUCTUNITS>M</PRODUCTUNITS>
<ORIGINX>7.81135000036900e+05</ORIGINX>
<ORIGINY>9.14975500000879e+06</ORIGINY>
<ORIENTATIONANGLE>0.000000000000000e+00</ORIENTATIONANGLE>
<COLSPACING>2.000000000000000e+00</COLSPACING>
<ROWSPACING>2.000000000000000e+00</ROWSPACING>
<PRODUCTGSD>2.000000000000000e+00</PRODUCTGSD>
<ULX>7.81135000036900e+05</ULX>
<ULY>9.14975500000879e+06</ULY>
<ULH>4.012000000000000e+01</ULH>
<URX>7.87315000045201e+05</URX>
<URY>9.14975500001030e+06</URY>
<URH>4.012000000000000e+01</URH>
<LRX>7.87315000046300e+05</LRX>
<LRY>9.14564500001030e+06</LRY>

```

```

<LRH>4.01200000000000e+01</LRH>
<LLX>7.81135000037800e+05</LLX>
<LLY>9.145645000000879e+06</LLY>
<LLH>4.01200000000000e+01</LLH>
<DEMOCORRECTION>Base Elevation</DEMOCORRECTION>
<TERRAINHAE>4.01200000000000e+01</TERRAINHAE>
<NUMGCP>0</NUMGCP>
</MAP_PROJECTED_PRODUCT>
</IMD>
<TIL>
<BANDID>MS1</BANDID>
<NUMTILES>1</NUMTILES>
<TILESIZE>3091</TILESIZE>
<TILESIZEY>2056</TILESIZEY>
<TILEUNITS>Pixels</TILEUNITS>
<TILEOVERLAP>0</TILEOVERLAP>
<TILE>
<FILENAME>10AUG02030026-M2AS-
054062769020_01_P001.TIF</FILENAME>
<ULCOFFSET>0</ULCOFFSET>
<ULROWOFFSET>0</ULROWOFFSET>
<URCOFFSET>3090</URCOFFSET>
<URROWOFFSET>0</URROWOFFSET>
<LRCOFFSET>3090</LRCOFFSET>
<LRROWOFFSET>2055</LRROWOFFSET>
<LLCOFFSET>0</LLCOFFSET>
<LLROWOFFSET>2055</LLROWOFFSET>
<ULLON>1.135484150400000e+02</ULLON>
<ULLAT>-7.684404690000000e+00</ULLAT>
<URLON>1.136043960200000e+02</URLON>
<URLAT>-7.684068680000000e+00</URLAT>
<LRLON>1.136046230100000e+02</LRLON>
<LRLAT>-7.721207770000000e+00</LRLAT>
<LLLON>1.135486371700000e+02</LLLON>
<LLLAT>-7.721545430000000e+00</LLLAT>
<ULX>7.81135000036900e+05</ULX>
<ULY>9.149755000000879e+06</ULY>
<URX>7.873150000045201e+05</URX>
<URY>9.149755000001030e+06</URY>
<LRX>7.873150000046300e+05</LRX>
<LRY>9.145645000001030e+06</LRY>
<LLX>7.81135000037800e+05</LLX>
<LLY>9.145645000000879e+06</LLY>
</TIL>
<RPB>
<SATID>WV02</SATID>
<BANDID>MS1</BANDID>

```

<SPECID>RPC00B</SPECID>

<IMAGE>

<ERRBIAS>8.270000000000000e+00</ERRBIAS>

<ERRRAND>8.600000000000000e-01</ERRRAND>

<LINEOFFSET>1027</LINEOFFSET>

<SAMPOFFSET>1544</SAMPOFFSET>

<LATOFFSET>

7.702600000000000e+00</LATOFFSET>

<LONGOFFSET>1.135765000000000e+02</LONGOFFSET>

<HEIGHTOFFSET>141</HEIGHTOFFSET>

<LINESCALE>1193</LINESCALE>

<SAMPSCALE>1561</SAMPSCALE>

<LATSCALE>2.280000000000000e-02</LATSCALE>

<LONGSCALE>2.830000000000000e-

02</LONGSCALE>

<HEIGHTSCALE>500</HEIGHTSCALE>

<LINENUMCOEFList>

<LINENUMCOEF>6.751932000000000e-04

7.896873000000000e-03 -1.057475000000000e+00 4.900535000000000e-02 -

6.689305000000000e-06 -4.233846000000000e-07 -9.516457000000000e-05

4.343281000000000e-05 -3.585852000000000e-04 1.450271000000000e-06 -

4.228643000000000e-08 0.000000000000000e+00 -1.047210000000000e-08

0.000000000000000e+00 -2.038314000000000e-07 -1.303790000000000e-07

4.274926000000000e-08 1.072010000000000e-07 0.000000000000000e+00

0.000000000000000e+00</LINENUMCOEF>

</LINENUMCOEFList>

<LINEDENCOEFList>

<LINEDENCOEF>1.000000000000000e+00

-1.272937000000000e-05 3.395165000000000e-04 -1.337912000000000e-04

0.000000000000000e+00 -3.384349000000000e-08 1.794703000000000e-08

9.035255000000000e-08 1.166833000000000e-07 -5.105761000000000e-08

0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00

0.000000000000000e+00 1.325591000000000e-08 1.441640000000000e-08

0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00

0.000000000000000e+00</LINEDENCOEF>

</LINEDENCOEFList>

<SAMPNUMCOEFList>

<SAMPNUMCOEF>-1.028284000000000e-

03 1.000762000000000e+00 4.856852000000000e-03 -5.339482000000000e-03

3.035772000000000e-05 3.601866000000000e-04 -8.750999999999999e-05

5.208138000000000e-04 -7.299213000000000e-06 2.630477000000000e-06 -

4.558285000000000e-08 2.806770000000000e-07 -4.679311000000000e-08

1.016744000000000e-07 3.388685000000000e-08 0.000000000000000e+00 -

4.570982000000000e-08 3.627627000000000e-07 -1.252424000000000e-08

0.000000000000000e+00</SAMPNUMCOEF>

</SAMPNUMCOEFList>

<SAMPDENCOEFList>

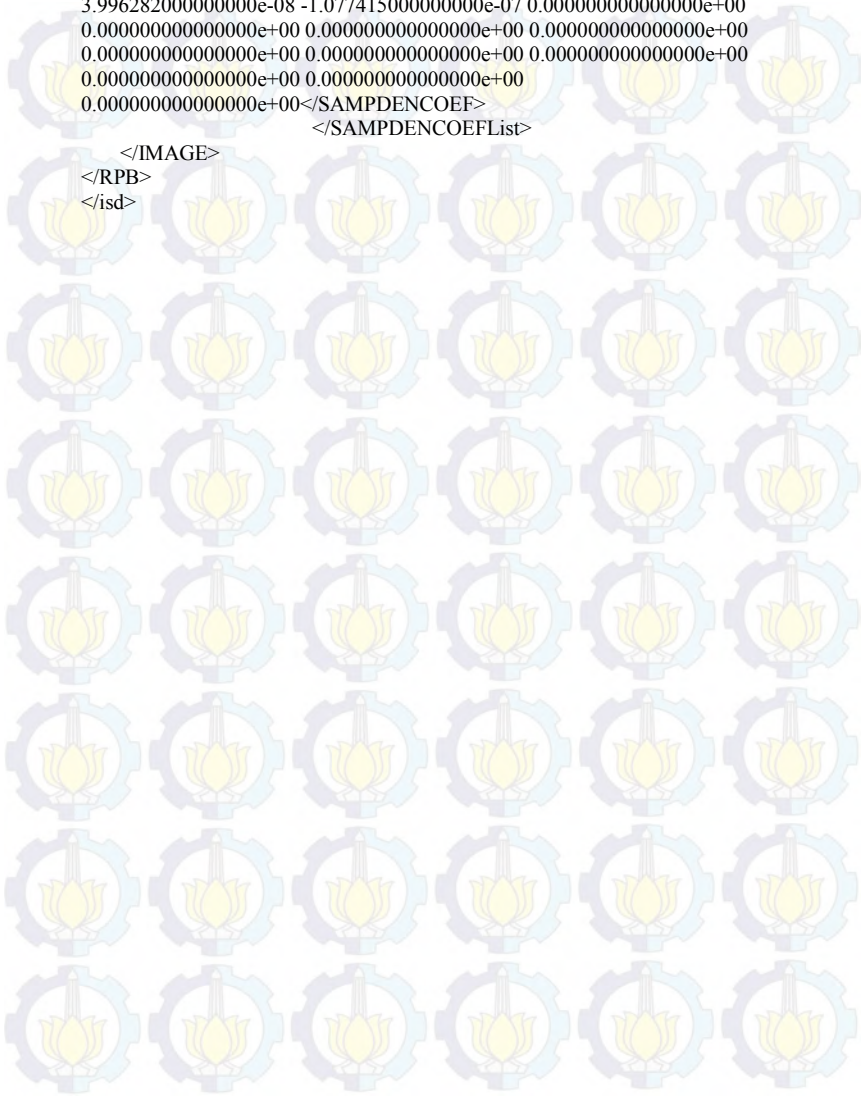
<SAMPDENCOEF>1.000000000000000e+00 5.096314000000000e-04 -

2.581820000000000e-05 -3.655123000000000e-04 0.000000000000000e+00  
0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 2.354476000000000e-07  
3.996282000000000e-08 -1.077415000000000e-07 0.000000000000000e+00  
0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00  
0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00  
0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00 0.000000000000000e+00  
0.000000000000000e+00</SAMPDENCoeff>  
</SAMPDENCoeffList>

</IMAGE>

</RPB>

</isd>



## Lampiran 2: Hasil Perhitungan 6S

### 1. Kanal Biru

```

***** 6SV version 1.1
*****
*
* geometrical conditions identity
* -----
* user defined conditions
*
* month: 8 day : 2
* solar zenith angle: 34.00 deg solar azimuthal angle: 41.40 deg *
* view zenith angle: 13.20 deg view azimuthal angle: 7.70 deg *
* scattering angle: 155.97 deg azimuthal angle difference: 33.70 deg *
*
* atmospheric model description
* -----
* atmospheric model identity :
* tropical (uh2o=4.12g/cm2,uo3=.247cm-atm)
* aerosols type identity :
* Urban aerosol model
* optical condition identity :
* visibility : 35.00 km opt. thick. 550 nm : 0.1823
*
* spectral condition
* -----
* constant
* value of filter function :
* wl inf= 0.447 mic wl sup= 0.508 mic
*
* Surface polarization parameters
* -----
*
*
* Sunglint Model windspeed,azimuth 2.100 120.000
*
* Surface Polarization Q,U,Rop,Chi 0.00000 0.00000 0.00000 40.35
*
* target type
* -----
* homogeneous ground
* ocean model selected

```

```

*      wind speed [m/s] : 2.1 azimuth of the wind [deg] : 120.00 *
*      salinity [ppt] : 29.5 pigment conc. [mg/m3] : 0.38 *
*      water reflectance components:
*      Foam: 0.00001 Water: 0.01583 Glint: 0.00002 *
*
*      brdf selected
*      rodir robar ropbar albedo
*      0.0159 0.0302 0.0335 0.0809
*
*      target elevation description
*      -----
*      ground pressure [mb] 1013.00
*      ground altitude [km] 0.000
*
*      atmospheric correction activated
*      -----
*      BRDF coupling correction
*      input apparent reflectance : 0.100
*
*****
*****
*      wave total total total total atm. swl step sbor dsol toar *
*      gas scat scat spheri intr
*      trans down up albedo refl
*0.4475 0.9983 0.7714 0.8027 0.1603 0.1074 1935.3 0.0167 0.5000 0.9708
0.1240 *
*0.4500 0.9982 0.7741 0.8052 0.1582 0.1053 1997.4 0.0165 1.0000 0.9708
0.1219 *
*0.4525 0.9981 0.7769 0.8077 0.1561 0.1032 1979.8 0.0165 1.0000 0.9708
0.1198 *
*0.4550 0.9978 0.7796 0.8101 0.1541 0.1012 1962.1 0.0164 1.0000 0.9708
0.1178 *
*0.4575 0.9970 0.7823 0.8126 0.1521 0.0991 1971.5 0.0164 1.0000 0.9708
0.1157 *
*0.4600 0.9962 0.7851 0.8151 0.1501 0.0972 1980.9 0.0165 1.0000 0.9708
0.1138 *
*0.4625 0.9955 0.7878 0.8175 0.1482 0.0952 1967.4 0.0164 1.0000 0.9708
0.1119 *
*0.4650 0.9959 0.7905 0.8200 0.1463 0.0935 1954.0 0.0166 1.0000 0.9708
0.1102 *
*0.4675 0.9966 0.7932 0.8224 0.1445 0.0918 1941.2 0.0165 1.0000 0.9708
0.1085 *
*0.4700 0.9961 0.7959 0.8248 0.1427 0.0900 1928.4 0.0166 1.0000 0.9708
0.1068 *
*0.4725 0.9954 0.7982 0.8269 0.1409 0.0883 1944.5 0.0166 1.0000 0.9708
0.1050 *
*0.4750 0.9941 0.8006 0.8290 0.1391 0.0865 1960.5 0.0166 1.0000 0.9708
0.1033 *

```





```

*          direction of the plane of polarization 37.63          *
*          total polarization ratio  0.041                      *
*
*****
*****
*          int. normalized values of :
*          -----
*          % of irradiance at ground level
*          % of direct irr.  % of diffuse irr.  % of enviro. irr
*          0.766            0.223            0.011
*          reflectance at satellite level
*          atm. intrin. ref.  background ref.  pixel reflectance
*          0.086            0.011            0.008
*
*          int. absolute values of
*          -----
*          irr. at ground level (w/m2/mic)
*          direct solar irr.  atm. diffuse irr.  environment irr
*          987.078            286.335            14.401
*          rad at satel. level (w/m2/sr/mic)
*          atm. intrin. rad.  background rad.  pixel radiance
*          43.652            5.383            4.308
*
*          int. funct filter (in mic)          int. sol. spect (in w/m2)
*          0.0600000                          115.518
*
*****
*****
*          integrated values of :
*          -----
*
*          downward      upward      total
*          global gas. trans. :  0.99559  0.99625  0.99186
*          water " " :  1.00000  1.00000  1.00000
*          ozone " " :  0.99559  0.99625  0.99186
*          co2 " " :  1.00000  1.00000  1.00000
*          oxyg " " :  1.00000  1.00000  1.00000
*          no2 " " :  1.00000  1.00000  1.00000
*          ch4 " " :  1.00000  1.00000  1.00000
*          co " " :  1.00000  1.00000  1.00000
*
*          rayl. sca. trans. :  0.90306  0.91620  0.82738
*          aeros. sca. " :  0.89407  0.91247  0.81581

```

```

*   total sca. " :  0.80138   0.82968   0.66489   *
*
*
*
*   rayleigh   aerosols   total   *
*
*   spherical albedo :  0.13564   0.04765   0.13838   *
*   optical depth total:  0.17754   0.21790   0.39545   *
*   optical depth plane:  0.17754   0.21790   0.39545   *
*   reflectance I :  0.07704   0.01204   0.08656   *
*   reflectance Q :  0.00141   -0.00033   0.00109   *
*   reflectance U :  0.00581   -0.00212   0.00414   *
*   polarized reflect.:  0.00597   0.00215   0.00428   *
*   degree of polar. :  7.75   17.83   4.94   *
*   dir. plane polar. :  38.17   -49.42   37.63   *
*   phase function I :  1.36017   0.25532   0.75136   *
*   phase function Q :  -0.11919   0.05915   -0.02092   *
*   phase function U :  -1.31350   -0.14095   -0.66738   *
*   primary deg. of pol:  -0.08763   0.23168   -0.02784   *
*   sing. scat. albedo :  1.00000   0.69418   0.83148   *

```

```

*****
*****
*****

```

```

*****
*****

```

```

*
*   atmospheric correction result   *
*   -----                         *
*   input apparent reflectance :  0.100   *
*   measured radiance [w/m2/sr/mic] :  50.807   *
*   atmospherically corrected reflectance   *
*   Lambertian case :  0.02129   *
*   BRDF case :  0.01400   *
*   coefficients xa xb xc :  0.00298  0.13028  0.13838   *
*   y=xa*(measured radiance)-xb; acr=y/(1.+xc*y)
*****
*****

```

2. Kanal Hijau

```

***** 6SV version 1.1
*****
*
*   geometrical conditions identity   *
*   -----                         *
*   user defined conditions           *
*

```

```

* month: 8 day : 2
* solar zenith angle: 34.00 deg solar azimuthal angle: 41.40 deg *
* view zenith angle: 13.20 deg view azimuthal angle: 7.70 deg *
* scattering angle: 155.97 deg azimuthal angle difference: 33.70 deg *
*
* atmospheric model description
* -----
* atmospheric model identity :
* tropical (uh2o=4.12g/cm2,uo3=.247cm-atm)
* aerosols type identity :
* Urban aerosol model
* optical condition identity :
* visibility : 35.00 km opt. thick. 550 nm : 0.1823
*
* spectral condition
* -----
* constant
* value of filter function :
* wl inf= 0.511 mic wl sup= 0.581 mic
*
* Surface polarization parameters
* -----
* Sunlint Model windspeed,azimuth 2.100 120.000
*
* Surface Polarization Q,U,Rop,Chi 0.00000 0.00000 0.00000 40.35
*
* target type
* -----
* homogeneous ground
* ocean model selected
* wind speed [m/s] : 2.1 azimuth of the wind [deg] : 120.00 *
* salinity [ppt] : 29.5 pigment conc. [mg/m3] : 0.38 *
* water reflectance components:
* Foam: 0.00001 Water: 0.00818 Glint: 0.00002
*
* brdf selected
* rodir robar ropbar albedo
* 0.0082 0.0215 0.0247 0.0730
*
* target elevation description
* -----
* ground pressure [mb] 1013.00
* ground altitude [km] 0.000
*

```

```

*           atmospheric correction activated           *
*           -----           *
*           BRDF coupling correction           *
*           input apparent reflectance : 0.100           *
*           *           *
*****
* wave total total total total atm. swl step sbor dsol toar *
*   gas scat scat spheri intr           *
*   trans down up albedo refl           *
*0.5125 0.9784 0.8317 0.8567 0.1162 0.0650 1826.6 0.0117 0.5000 0.9708
0.0773 *
*0.5150 0.9779 0.8336 0.8584 0.1149 0.0639 1771.6 0.0108 1.0000 0.9708
0.0758 *
*0.5175 0.9763 0.8352 0.8598 0.1135 0.0627 1761.2 0.0108 1.0000 0.9708
0.0745 *
*0.5200 0.9746 0.8368 0.8613 0.1123 0.0615 1750.8 0.0102 1.0000 0.9708
0.0731 *
*0.5225 0.9727 0.8384 0.8627 0.1110 0.0604 1778.8 0.0100 1.0000 0.9708
0.0718 *
*0.5250 0.9707 0.8400 0.8641 0.1098 0.0592 1806.8 0.0100 1.0000 0.9708
0.0706 *
3.2.2 *0.5275 0.9686 0.8416 0.8655 0.1085 0.0581
1830.9 0.0096 1.0000 0.9708 0.0693 *
*0.5300 0.9661 0.8432 0.8668 0.1073 0.0570 1855.1 0.0096 1.0000 0.9708
0.0681 *
*0.5325 0.9640 0.8448 0.8682 0.1061 0.0560 1849.1 0.0094 1.0000 0.9708
0.0669 *
*0.5350 0.9629 0.8463 0.8696 0.1050 0.0550 1843.2 0.0093 1.0000 0.9708
0.0659 *
*0.5375 0.9617 0.8479 0.8710 0.1038 0.0540 1821.0 0.0089 1.0000 0.9708
0.0647 *
*0.5400 0.9606 0.8495 0.8724 0.1027 0.0531 1798.8 0.0089 1.0000 0.9708
0.0637 *
*0.5425 0.9595 0.8510 0.8737 0.1016 0.0522 1811.2 0.0083 1.0000 0.9708
0.0625 *
*0.5450 0.9581 0.8526 0.8751 0.1005 0.0512 1823.6 0.0083 1.0000 0.9708
0.0615 *
*0.5475 0.9565 0.8541 0.8765 0.0994 0.0503 1820.1 0.0079 1.0000 0.9708
0.0604 *
*0.5500 0.9548 0.8557 0.8778 0.0983 0.0495 1816.5 0.0079 1.0000 0.9708
0.0595 *
*0.5525 0.9527 0.8570 0.8789 0.0973 0.0486 1817.8 0.0078 1.0000 0.9708
0.0585 *
*0.5550 0.9507 0.8582 0.8800 0.0963 0.0477 1819.1 0.0078 1.0000 0.9708
0.0576 *
*0.5575 0.9485 0.8595 0.8811 0.0953 0.0469 1796.4 0.0071 1.0000 0.9708
0.0564 *

```

\*0.5600 0.9462 0.8607 0.8822 0.0943 0.0461 1773.7 0.0071 1.0000 0.9708  
0.0555 \*  
\*0.5625 0.9441 0.8620 0.8833 0.0934 0.0453 1783.5 0.0067 1.0000 0.9708  
0.0544 \*  
\*0.5650 0.9420 0.8632 0.8844 0.0924 0.0445 1793.2 0.0067 1.0000 0.9708  
0.0536 \*  
\*0.5675 0.9400 0.8645 0.8855 0.0915 0.0437 1787.5 0.0064 1.0000 0.9708  
0.0526 \*  
\*0.5700 0.8946 0.8657 0.8866 0.0906 0.0426 1781.8 0.0064 1.0000 0.9708  
0.0511 \*  
\*0.5725 0.9299 0.8669 0.8877 0.0897 0.0422 1795.5 0.0063 1.0000 0.9708  
0.0510 \*  
\*0.5750 0.9156 0.8682 0.8887 0.0888 0.0414 1809.3 0.0055 1.0000 0.9708  
0.0496 \*  
\*0.5775 0.9260 0.8694 0.8898 0.0879 0.0409 1797.0 0.0055 1.0000 0.9708  
0.0492 \*  
\*0.5800 0.9349 0.8706 0.8909 0.0871 0.0404 1784.8 0.0049 0.5000 0.9708  
0.0484 \*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*  
\* integrated values of : \*  
\* ----- \*  
\* \*  
\* apparent reflectance 0.0615098 appar. rad.(w/m2/sr/mic) 29.277 \*  
\* total gaseous transmittance 0.953 \*  
\* \*  
\* \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*  
\* coupling aerosol -wv : \*  
\* ----- \*  
\* \*  
\* wv above aerosol : 0.062 wv mixed with aerosol : 0.062 \*  
\* wv under aerosol : 0.062 \*  
\* \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*  
\* integrated values of : \*  
\* ----- \*  
\* \*  
\* app. polarized refl. 0.0021 app. pol. rad. (w/m2/sr/mic) 0.067 \*  
\* direction of the plane of polarization 37.92 \*  
\* total polarization ratio 0.034 \*  
\* \*  
\* \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*  
\* int. normalized values of : \*  
\* ----- \*

```

*          % of irradiance at ground level          *
* % of direct irr.  % of diffuse irr.  % of enviro. irr  *
*      0.825      0.168      0.007      *
*          reflectance at satellite level          *
* atm. intrin. ref. background ref. pixel reflectance *
*      0.051      0.008      0.005      *
*          int. absolute values of                  *
*          -----          *
*          irr. at ground level (w/m2/mic)          *
* direct solar irr. atm. diffuse irr. environment irr  *
*      1031.635    210.136    9.172      *
*          rad at satel. level (w/m2/sr/mic)        *
* atm. intrin. rad. background rad. pixel radiance   *
*      24.445      3.681      2.375      *
*          *          *          *          *          *
*          int. funct filter (in mic)                int. sol. spect (in w/m2) *
*      0.0675000                                121.748      *
*          *          *          *          *          *
*          *****          *
*          *****          *
*          *****          *
*          *****          *
*          *          *          *          *          *
*          integrated values of :                    *
*          -----          *
*          downward upward total          *
* global gas. trans. : 0.97426 0.97802 0.95306 *
* water " " : 0.99813 0.99840 0.99668 *
* ozone " " : 0.97606 0.97958 0.95617 *
* co2 " " : 1.00000 1.00000 1.00000 *
* oxyg " " : 1.00000 1.00000 1.00000 *
* no2 " " : 1.00000 1.00000 1.00000 *
* ch4 " " : 1.00000 1.00000 1.00000 *
* co " " : 1.00000 1.00000 1.00000 *
*          *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
* rayl. sca. trans. : 0.94175 0.94995 0.89462 *
* aeros. sca. " : 0.90895 0.92488 0.84067 *
* total sca. " : 0.85249 0.87500 0.74593 *
*          *          *          *          *          *
*          *          *          *          *          *
*          rayleigh aerosols total          *
*          *          *          *          *
* spherical albedo : 0.08526 0.04242 0.10052 *

```

```

* optical depth total: 0.10204 0.18418 0.28621 *
* optical depth plane: 0.10204 0.18418 0.28621 *
* reflectance I : 0.04438 0.01012 0.05365 *
* reflectance Q : 0.00077 -0.00025 0.00053 *
* reflectance U : 0.00350 -0.00161 0.00211 *
* polarized reflect. : 0.00358 0.00163 0.00218 *
* degree of polar. : 8.07 16.14 4.06 *
* dir. plane polar. : 38.79 -49.41 37.91 *
* phase function I : 1.36017 0.25376 0.64820 *
* phase function Q : -0.11919 0.05208 -0.00898 *
* phase function U : -1.31350 -0.15309 -0.56679 *
* primary def. of pol: -0.08763 0.20522 -0.01386 *
* sing. scat. albedo : 1.00000 0.68939 0.80012 *

```

```

*
*
*****
*****
*****
*****

```

```

* atmospheric correction result *
* ----- *
* input apparent reflectance : 0.100 *
* measured radiance [w/m2/sr/mic] : 47.597 *
* atmospherically corrected reflectance *
* Lambertian case : 0.06795 *
* BRDF case : 0.03497 *
* coefficients xa xb xc : 0.00296 0.07224 0.10052 *
* y=xa*(measured radiance)-xb; acr=y/(1.+xc*y) *
*****
*****

```

### 3. Kanal Merah

```

***** 6SV version 1.1 *****
*****
*
* geometricalconditions identity *
* ----- *
* user defined conditions *
*
* month: 8 day : 2 *
* solar zenith angle: 34.00 deg solar azimuthal angle: 41.40 deg *
* view zenith angle: 13.20 deg view azimuthal angle: 7.70 deg *
* scattering angle: 155.97 deg azimuthal angle difference: 33.70 deg *
*
* atmospheric model description *
* ----- *

```



```

* atmospheric model identity : *
* tropical (uh2o=4.12g/cm2,uo3=.247cm-atm) *
* aerosols type identity : *
* Urban aerosol model *
* optical condition identity : *
* visibility : 35.00 km opt. thick. 550 nm : 0.1823 *
*
* spectral condition *
* ----- *
* constant *
* value of filter function : *
* wl inf= 0.629 mic wl sup= 0.688 mic *
*
* Surface polarization parameters *
* ----- *
*
* Sunlint Model windspeed,azimuth 2.100 120.000 *
*
* Surface Polarization Q,U,Rop,Chi 0.00000 0.00000 0.00000 40.35
*
*
* target type *
* ----- *
* homogeneous ground *
* ocean model selected *
* wind speed [m/s] : 2.1 azimuth of the wind [deg] : 120.00 *
* salinity [ppt] : 29.5 pigment conc. [mg/m3] : 0.38 *
* water reflectance components: *
* Foam: 0.00001 Water: 0.00119 Glint: 0.00002 *
*
* brdf selected *
* rodir robar ropbar albedo *
* 0.0012 0.0142 0.0172 0.0662 *
*
* target elevation description *
* ----- *
* ground pressure [mb] 1013.00 *
* ground altitude [km] 0.000 *
*
* atmospheric correction activated *
* ----- *
* BRDF coupling correction *
* input apparent reflectance : 0.100 *
*
*****
*****

```

* wave	total	total	total	total	atm.	swl	step	sbor	dsol	toar	*
* gas	scat	scat	spheri	intr							*
* trans	down	up	albedo	refl							*
*0.6300	0.9112	0.8903	0.9079	0.0720	0.0300	1620.2	0.0015	0.5000	0.9708	0.0343	*
*0.6325	0.9217	0.8912	0.9087	0.0713	0.0302	1615.0	0.0015	1.0000	0.9708	0.0344	*
*0.6350	0.9424	0.8920	0.9094	0.0707	0.0301	1609.9	0.0015	1.0000	0.9708	0.0344	*
*0.6375	0.9489	0.8928	0.9100	0.0701	0.0298	1599.7	0.0015	1.0000	0.9708	0.0341	*
*0.6400	0.9566	0.8936	0.9107	0.0695	0.0295	1589.5	0.0015	1.0000	0.9708	0.0338	*
*0.6425	0.9525	0.8943	0.9114	0.0689	0.0292	1582.5	0.0015	1.0000	0.9708	0.0334	*
*0.6450	0.9438	0.8951	0.9120	0.0683	0.0288	1575.4	0.0014	1.0000	0.9708	0.0329	*
*0.6475	0.8864	0.8958	0.9127	0.0677	0.0280	1559.2	0.0014	1.0000	0.9708	0.0319	*
*0.6500	0.9381	0.8966	0.9133	0.0671	0.0281	1543.0	0.0014	1.0000	0.9708	0.0321	*
*0.6525	0.9079	0.8973	0.9140	0.0666	0.0275	1507.0	0.0013	1.0000	0.9708	0.0314	*
*0.6550	0.9087	0.8981	0.9146	0.0660	0.0272	1471.0	0.0013	1.0000	0.9708	0.0310	*
*0.6575	0.9065	0.8988	0.9152	0.0654	0.0268	1484.3	0.0011	1.0000	0.9708	0.0306	*
*0.6600	0.9622	0.8996	0.9159	0.0649	0.0270	1497.6	0.0011	1.0000	0.9708	0.0309	*
*0.6625	0.9664	0.9003	0.9165	0.0643	0.0267	1503.7	0.0011	1.0000	0.9708	0.0306	*
*0.6650	0.9730	0.9011	0.9172	0.0638	0.0264	1509.9	0.0011	1.0000	0.9708	0.0304	*
*0.6675	0.9744	0.9018	0.9178	0.0633	0.0261	1499.4	0.0011	1.0000	0.9708	0.0300	*
*0.6700	0.9758	0.9026	0.9184	0.0628	0.0259	1488.9	0.0011	1.0000	0.9708	0.0297	*
*0.6725	0.9772	0.9032	0.9190	0.0623	0.0256	1480.8	0.0010	1.0000	0.9708	0.0294	*
*0.6750	0.9786	0.9039	0.9196	0.0618	0.0253	1472.6	0.0010	1.0000	0.9708	0.0291	*
*0.6775	0.9798	0.9046	0.9202	0.0613	0.0250	1463.9	0.0010	1.0000	0.9708	0.0288	*
*0.6800	0.9802	0.9052	0.9207	0.0608	0.0248	1455.3	0.0010	1.0000	0.9708	0.0285	*
*0.6825	0.9799	0.9059	0.9213	0.0603	0.0245	1440.8	0.0009	1.0000	0.9708	0.0282	*
*0.6850	0.9811	0.9066	0.9219	0.0598	0.0242	1426.3	0.0009	1.0000	0.9708	0.0279	*



```

*
*          int. funct filter (in mic)          int. sol. spect (in w/m2) *
*          0.0575000                          87.242                *
*
*****
*****

*****
*****

*
*          integrated values of :
*          -----
*          downward      upward      total
*
* global gas. trans. :  0.96747      0.97170      0.94483
* water " " : 0.98965      0.99100      0.98273
* ozone " " : 0.98280      0.98533      0.96841
* co2 " " : 1.00000      1.00000      1.00000
* oxyg " " : 0.99476      0.99518      0.99292
* no2 " " : 1.00000      1.00000      1.00000
* ch4 " " : 1.00000      1.00000      1.00000
* co " " : 1.00000      1.00000      1.00000
*
* rayl. sca. trans. :  0.97206      0.97610      0.94883
* aeros. sca. " : 0.92643      0.93936      0.87025
* total sca. " : 0.89892      0.91531      0.82279
*
*          rayleigh      aerosols      total
*
* spherical albedo :  0.04302      0.03520      0.06547
* optical depth total: 0.04751      0.14380      0.19132
* optical depth plane: 0.04751      0.14380      0.19132
* reflectance I : 0.02050      0.00784      0.02825
* reflectance Q : 0.00033      -0.00016      0.00018
* reflectance U : 0.00169      -0.00008      0.00073
* polarized reflect. : 0.00172      0.00018      0.00075
* degree of polar. : 8.38      2.28      2.67
* dir. plane polar. : 39.49      -76.69      38.13
* phase function I : 1.36017      0.25529      0.52969
* phase function Q : -0.11919      0.04230      0.00220
* phase function U : -1.31350      -0.17132      -0.45498
* primary deg. of pol: -0.08763      0.16569      0.00414

```

```

*   sing. scat. albedo :   1.00000   0.67672   0.75700   *
*
*
*****
*****
*****
*****
*   atmospheric correction result
*   -----
*   input apparent reflectance      :   0.100
*   measured radiance [w/m2/sr/mic] :  40.039
*   atmospherically corrected reflectance
*   Lambertian case :   0.09329
*   BRDF case :   0.01303
*   coefficients xa xb xc           :  0.00321  0.03477  0.06547
*   y=xa*(measured radiance)-xb; acr=y/(1.+xc*y)
*****
*****

```

4. Kanal NIR

```

3/23/2015
6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47EDT2
015
http://6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47
EDT2015 1/4
***** 6SV version 1.1 *****
*****
*
*   geometrical conditions identity
*   -----
*   user defined conditions
*
*   month: 8 day : 2
*   solar zenith angle:  34.00 deg  solar azimuthal angle:  41.40 deg *
*   view zenith angle:  13.20 deg  view azimuthal angle:    7.70 deg *
*   scattering angle:  155.97 deg  azimuthal angle difference: 33.70 deg *
*
*   atmospheric model description
*   -----
*   atmospheric model identity :
*   tropical (uh2o=4.12g/cm2,uo3=.247cm-atm)
*   aerosols type identity :
*   Urban aerosol model
*   optical condition identity :
*   visibility : 35.00 km opt. thick. 550 nm : 0.1823
*

```

```

*          spectral condition
*          -----
*          constant
*          value of filter function :
*          wl inf= 0.772 mic  wl sup= 0.890 mic
*          Surface polarization parameters
*          -----
*          Sunglint Model  windspeed,azimuth  2.100 120.000
*          Surface Polarization Q,U,Rop,Chi  0.00000 0.00000 0.00000 40.35
*          target type
*          -----
*          homogeneous ground
*          ocean model selected
*          wind speed [m/s] : 2.1  azimuth of the wind [deg] : 120.00
*          salinity [ppt] : 29.5  pigment conc. [mg/m3] : 0.38
*          water reflectance components:
*          Foam:  0.00001  Water:  0.00000  Glint:  0.00002
*          brdf selected
*          rodir  robar  ropbar  albedo
*          0.0000  0.0128  0.0157  0.0649
*          target elevation description
*          -----
*          ground pressure [mb] 1013.00
*          ground altitude [km] 0.000
*          atmospheric correction activated
*          -----
*          BRDF coupling correction
*          input apparent reflectance : 0.100
3/23/2015
6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47EDT2
015
http://6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47
EDT2015 2/4
*****
*****
* wave total total total total atm. swl  step  sbor  dsol  toar  *
*   gas  scat  scat  spheri intr  *

```

*	trans	down	up	albedo	refl	*
*0.7725	0.9946	0.9238	0.9364	0.0457	0.0166	1166.6 0.0000 0.5000 0.9708
0.0189	*					
*0.7750	0.9985	0.9241	0.9367	0.0454	0.0165	1164.3 0.0000 1.0000 0.9708
0.0188	*					
*0.7775	0.9998	0.9245	0.9370	0.0451	0.0164	1159.9 0.0000 1.0000 0.9708
0.0187	*					
*0.7800	0.9994	0.9248	0.9374	0.0448	0.0162	1155.6 0.0000 1.0000 0.9708
0.0185	*					
*0.7825	1.0000	0.9252	0.9377	0.0444	0.0161	1150.9 0.0000 1.0000 0.9708
0.0183	*					
*0.7850	0.9950	0.9256	0.9380	0.0441	0.0159	1146.2 0.0000 1.0000 0.9708
0.0181	*					
*0.7875	0.9393	0.9259	0.9383	0.0438	0.0154	1140.1 0.0000 1.0000 0.9708
0.0175	*					
*0.7900	0.8996	0.9263	0.9386	0.0435	0.0150	1134.0 0.0000 1.0000 0.9708
0.0170	*					
*0.7925	0.9601	0.9266	0.9389	0.0432	0.0152	1122.4 0.0000 1.0000 0.9708
0.0173	*					
*0.7950	0.9518	0.9270	0.9391	0.0429	0.0150	1110.9 0.0000 1.0000 0.9708
0.0171	*					
*0.7975	0.9624	0.9273	0.9394	0.0426	0.0149	1110.1 0.0000 1.0000 0.9708
0.0170	*					
*0.8000	0.9714	0.9277	0.9397	0.0423	0.0148	1109.3 0.0000 1.0000 0.9708
0.0169	*					
*0.8025	0.9557	0.9280	0.9400	0.0420	0.0146	1099.9 0.0000 1.0000 0.9708
0.0166	*					
*0.8050	0.9149	0.9284	0.9403	0.0417	0.0142	1090.5 0.0000 1.0000 0.9708
0.0161	*					
*0.8075	0.9740	0.9287	0.9406	0.0414	0.0144	1084.1 0.0000 1.0000 0.9708
0.0165	*					
*0.8100	0.9484	0.9291	0.9409	0.0411	0.0141	1077.8 0.0000 1.0000 0.9708
0.0161	*					
*0.8125	0.7901	0.9294	0.9412	0.0408	0.0131	1078.5 0.0000 1.0000 0.9708
0.0147	*					
*0.8150	0.5883	0.9298	0.9415	0.0405	0.0118	1079.2 0.0000 1.0000 0.9708
0.0130	*					
*0.8175	0.6549	0.9301	0.9418	0.0403	0.0121	1062.9 0.0000 1.0000 0.9708
0.0134	*					
*0.8200	0.6751	0.9305	0.9421	0.0400	0.0120	1046.6 0.0000 1.0000 0.9708
0.0134	*					
*0.8225	0.4977	0.9308	0.9424	0.0397	0.0109	1046.3 0.0000 1.0000 0.9708
0.0120	*					
*0.8250	0.7766	0.9312	0.9427	0.0394	0.0124	1046.1 0.0000 1.0000 0.9708
0.0139	*					
*0.8275	0.6896	0.9315	0.9429	0.0392	0.0118	1042.6 0.0000 1.0000 0.9708
0.0132	*					
*0.8300	0.8236	0.9318	0.9432	0.0389	0.0124	1039.1 0.0000 1.0000 0.9708
0.0140	*					

\*0.8325 0.6740 0.9322 0.9435 0.0387 0.0114 1027.8 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0128 \*  
\*0.8350 0.8930 0.9325 0.9438 0.0384 0.0125 1016.6 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0143 \*  
\*0.8375 0.8962 0.9329 0.9441 0.0381 0.0124 1015.2 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0142 \*  
\*0.8400 0.9133 0.9332 0.9444 0.0379 0.0124 1013.7 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0142 \*  
\*0.8425 0.9884 0.9335 0.9446 0.0376 0.0127 1006.8 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0146 \*  
\*0.8450 0.9777 0.9339 0.9449 0.0374 0.0125 999.8 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0144 \*  
\*0.8475 0.9881 0.9342 0.9452 0.0371 0.0124 980.9 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0143 \*  
\*0.8500 0.9809 0.9345 0.9455 0.0369 0.0123 962.0 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0142 \*  
\*0.8525 0.9727 0.9349 0.9458 0.0366 0.0121 938.7 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0140 \*  
\*0.8550 0.9900 0.9352 0.9460 0.0364 0.0121 915.4 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0140 \*  
\*0.8575 0.9848 0.9355 0.9463 0.0362 0.0120 944.5 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0138 \*  
\*0.8600 1.0000 0.9359 0.9466 0.0359 0.0119 973.6 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0138 \*  
\*0.8625 0.9995 0.9361 0.9468 0.0357 0.0118 950.4 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0137 \*  
\*0.8650 1.0000 0.9362 0.9469 0.0355 0.0117 927.1 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0136 \*  
\*0.8675 0.9996 0.9364 0.9471 0.0353 0.0116 932.9 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0135 \*  
\*0.8700 1.0000 0.9366 0.9472 0.0351 0.0116 938.7 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0134 \*  
\*0.8725 1.0000 0.9368 0.9474 0.0348 0.0115 954.6 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0133 \*  
\*0.8750 0.9987 0.9370 0.9476 0.0346 0.0114 970.6 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0132 \*  
\*0.8775 0.9988 0.9372 0.9477 0.0344 0.0113 963.0 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0131 \*  
\*0.8800 0.9967 0.9374 0.9479 0.0342 0.0112 955.4 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0129 \*  
\*0.8825 0.9829 0.9376 0.9480 0.0340 0.0110 950.5 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0128 \*  
\*0.8850 0.9897 0.9378 0.9482 0.0338 0.0110 945.6 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0127 \*  
\*0.8875 0.9925 0.9380 0.9484 0.0336 0.0109 940.5 0.0000 1.0000 0.9708  
0.0126 \*  
\*0.8900 0.9582 0.9382 0.9485 0.0334 0.0106 935.5 0.0000 0.5000 0.9708  
0.0123 \*



```

*****
*****
*
*
*      integrated values of :
*      -----
*
*      apparent reflectance 0.0149487 appar. rad.(w/m2/sr/mic) 4.077 *
*      total gaseous transmittance 0.917
*
*****
*****
3/23/2015
6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47EDT2
015
http://6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47
EDT2015 3/4
*
*      coupling aerosol -wv :
*      -----
*
*      wv above aerosol : 0.015 wv mixed with aerosol : 0.015 *
*      wv under aerosol : 0.015
*
*****
*****
*
*      integrated values of :
*      -----
*
*      app. polarized refl. 0.0003 app. pol. rad. (w/m2/sr/mic) 0.009 *
*      direction of the plane of polarization 38.65
*      total polarization ratio 0.019
*
*****
*****
*
*      int. normalized values of :
*      -----
*
*      % of irradiance at ground level
*      % of direct irr. % of diffuse irr. % of enviro. irr
*      0.924 0.073 0.003
*      reflectance at satellite level
*      atm. intrin. ref. background ref. pixel reflectance
*      0.013 0.003 0.000
*
*      int. absolute values of
*      -----
*
*      irr. at ground level (w/m2/mic)
*      direct solar irr. atm. diffuse irr. environment irr
*      696.504 54.905 1.918
*
*      rad at satel. level (w/m2/sr/mic)

```

\* atm. intrin. rad. background rad. pixel radiance \*

3.572 0.915 0.005 \*

\* int. funct filter (in mic) int. sol. spect (in w/m2) \*

0.1175000 121.432 \*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\* integrated values of : \*

----- \*

	downward	upward	total	*
global gas. trans. :	0.94156	0.94697	0.91673	*
water " " :	0.94162	0.94703	0.91684	*
ozone " " :	1.00000	1.00000	1.00000	*
co2 " " :	1.00000	1.00000	1.00000	*
oxyg " " :	0.99994	0.99995	0.99988	*
no2 " " :	1.00000	1.00000	1.00000	*
ch4 " " :	1.00000	1.00000	1.00000	*
co " " :	1.00000	1.00000	1.00000	*

rayl. sca. trans. :	0.98845	0.99015	0.97872	*
aeros. sca. " :	0.94293	0.95285	0.89847	*
total sca. " :	0.93140	0.94286	0.87818	*

3/23/2015  
6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47EDT2  
015  
[http://6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47EDT2015\\_4/4](http://6s.ltdri.org/tmp/182.15.48.195.6V89fnXjOA.OUTMonMar2302:10:47EDT2015_4/4)

	rayleigh	aerosols	total	*
spherical albedo :	0.01800	0.02600	0.03930	*
optical depth total:	0.01891	0.10302	0.12193	*
optical depth plane:	0.01891	0.10302	0.12193	*
reflectance I :	0.00807	0.00543	0.01356	*
reflectance Q :	0.00013	-0.00007	0.00006	*
reflectance U :	0.00070	0.00000	0.00025	*
polarized reflect. :	0.00071	0.00007	0.00025	*
degree of polar. :	8.85	1.31	1.87	*
dir. plane polar. :	39.95	90.00	38.30	*

```

*   phase function I :   1.36017   0.26177   0.43208   *
*   phase function Q :  -0.11919   0.02644   0.00386   *
*   phase function U :  -1.31350  -0.19605  -0.36932   *
*   primary deg. of pol: -0.08763   0.10101   0.00893   *
*   sing. scat. albedo : 1.00000   0.63986   0.69570   *
*                                     *
*   ****
*   ****
*   ****
*   ****
*
*           atmospheric correction result
*   -----
*   input apparent reflectance      : 0.100
*   measured radiance [w/m2/sr/mic] : 27.272
*   atmospherically corrected reflectance
*   Lambertian case : 0.10749
*   BRDF case : NaN
*   coefficients xa xb xc           : 0.00455 0.01627 0.03930
*   y=xa*(measured radiance)-xb; acr=y/(1.+xc*y)
*   ****
*   ****

```



**“Halaman ini sengaja dkosongkan”**

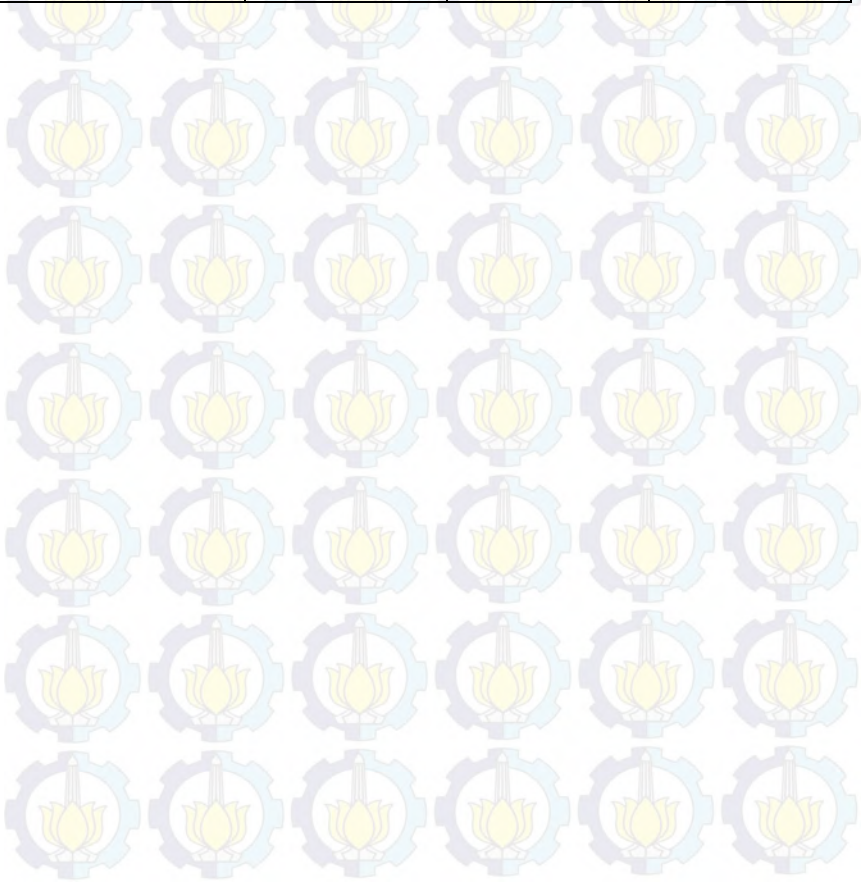
### Lampiran 3: Nilai $R^2$ pada perumusan Algoritma TSS

Model Regresi	K1	K2	K3	Log K1	Log K2	Log K3
TSS = a + bx	0,041	0,001	0,001	0,028	0,001	0,002
TSS = a + b*x <sup>2</sup> + b1*x	0,727	0,259	0,064	0,728	0,217	0,042
Eksponensial = a*exp^(bx)	0,051	0,001	0,003	0,036	0,001	0,004
Logaritmik = a*ln(x) + b	0,028	0,001	0,002			
Power = a*x <sup>b</sup>	0,036	0,001	0,004			

Model Regresi	K1/K2	K1/K3	K2/K3	Log (K1/K2)	Log (K1/K3)	Log (K2/K3)
TSS = a + bx	0,015	0,001	0,067	0,198	0,001	0,059
TSS = a + b*x <sup>2</sup> + b1*x	0,153	0,554	0,280	0,156	0,593	0,306
Eksponensial = a*exp^(bx)	0,011	0,001	0,076	0,015	0,001	0,069
Logaritmik = a*ln(x) + b	0,019	0,001	0,059	0,045	0,006	0,052
Power = a*x <sup>b</sup>	0,015	0,001	0,069	0,037	0,037	0,061

Model Regresi	K1 / (K1+K2+K3)	K2 / (K1+K2+K3)	K3 / (K1+K2+K3)
TSS = a + bx	0,012	0,026	0,001
TSS = a + b*x <sup>2</sup> + b1*x	0,244	0,089	0,878
Eksponensial = a*exp^(bx)	0,0083	0,024	0,001
Logaritmik = a*ln(x) + b	0,156	0,024	0,001
Power = a*x <sup>b</sup>	0,011	0,019	0,003

<b>Model Regresi</b>	<b>Log K1 / Log K2</b>	<b>Log K1 / Log K3</b>	<b>Log K2 / Log K3</b>
TSS = a + bx	0,025	0,009	0,036
TSS = a + b*x <sup>2</sup> + b1*x	0,2	0,350	0,035
Eksponensial = a*exp <sup>(bx)</sup>	0,02	0,006	0,006
Logaritmik = a*ln(x) + b	0,024	0,007	0,035
Power = a*x <sup>b</sup>	0,018	0,004	0,035



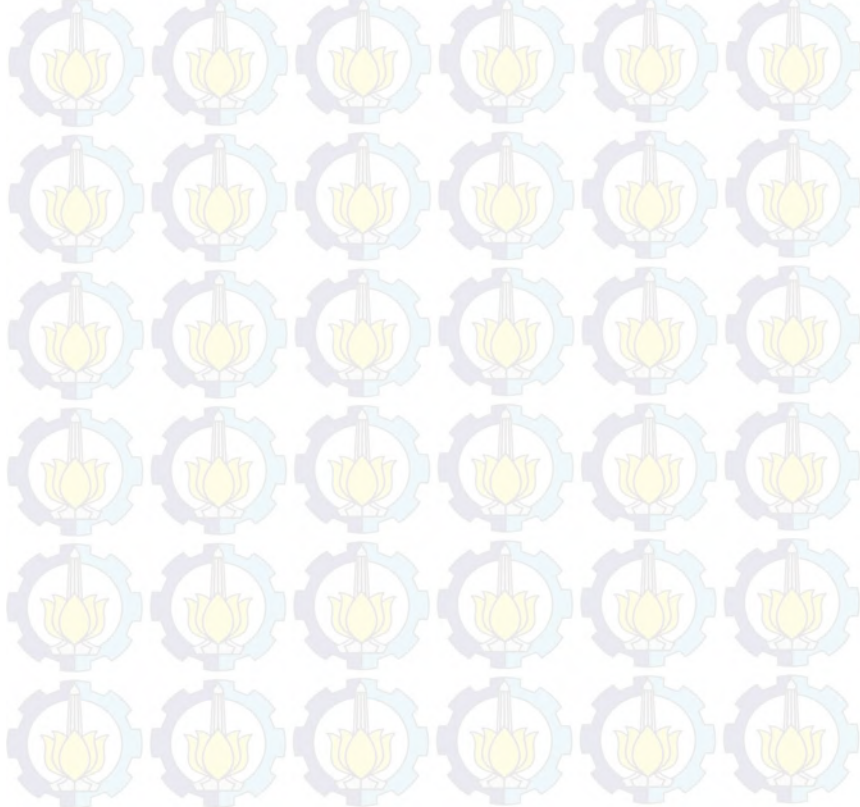
## Lampiran 4: Nilai $R^2$ pada perumusan Algoritma Transparansi

Model Regresi	K1	K2	K3	Log K1	Log K2	Log K3
TSS = a + bx	0,203	0,399	0,047	0,227	0,394	0,448
TSS = a + b*x <sup>2</sup> + b1*x	0,563	0,400	0,662	0,551	0,403	0,634
Eksponensial = a*exp <sup>(bx)</sup>	0,116	0,363	0,488	0,134	0,359	0,458
Logaritmik = a*ln(x) + b	0,226	0,394	0,448			
Power = a*x <sup>b</sup>	0,134	0,360	0,458			

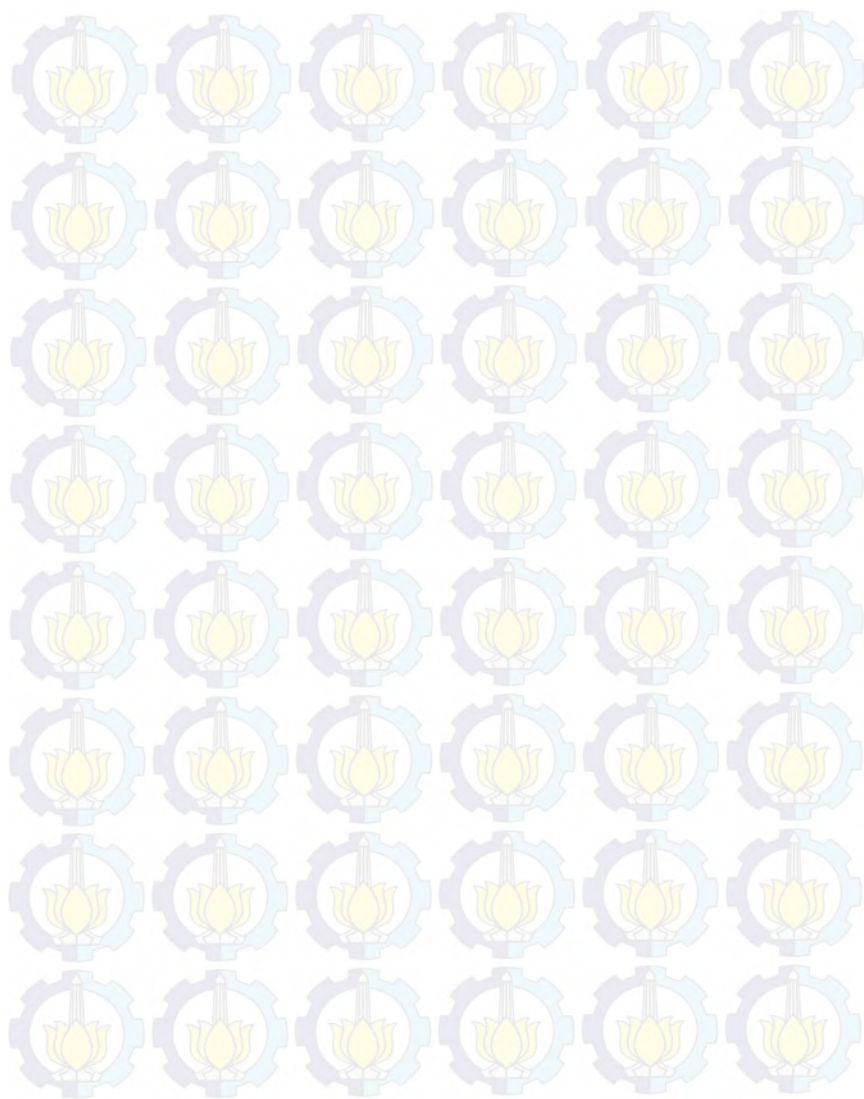
Model Regresi	K1/K2	K1/K3	K2/K3	Log (K1/K2)	Log (K1/K3)	Log (K2/K3)
TSS = a + bx	0,419	0,429	0,132	0,455	0,486	0,138
TSS = a + b*x <sup>2</sup> + b1*x	0,812	0,886	0,216	0,793	0,843	0,233
Eksponensial = a*exp <sup>(bx)</sup>	0,455	0,530	0,248	0,493	0,593	0,261
Logaritmik = a*ln(x) + b	0,455	0,486	0,138	0,578	0,527	0,145
Power = a*x <sup>b</sup>	0,496	0,593	0,261	0,651	0,640	0,294

Model Regresi	K1 / (K1+K2+K3)	K2 / (K1+K2+K3)	K3 / (K1+K2+K3)
TSS = a + bx	0,475	0,414	0,483
TSS = a + b*x <sup>2</sup> + b1*x	0,814	0,764	0,822
Eksponensial = a*exp <sup>(bx)</sup>	0,536	0,434	0,6185
Logaritmik = a*ln(x) + b	0,496	0,401	0,449
Power = a*x <sup>b</sup>	0,561	0,418	0,580

Model Regresi	Log K1 / Log K2	Log K1 / Log K3	Log K2 / Log K3
TSS = a + bx	0,475	0,496	0,020
TSS = a + b*x2 + b1*x	0,795	0,796	0,578
Eksponensial = a*exp^(bx)	0,529	0,655	0,001
Logaritmik = a*ln(x) + b	0,466	0,486	0,019
Power = a*x^b	0,519	0,643	0,001







## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Muzani Ali Shodiqin dengan nama panggilan Muzani atau Azenk, merupakan anak ke tiga dari tiga saudara. Lahir di Demak, Jawa Tengah pada tanggal 21 Juli 1992. Penulis menempuh pendidikan mulai dari taman kanak – kanak di TK Mardisiwi Kembangan, Demak, lalu dilanjutkan dengan pendidikan formal di Madrasah Ibtidaiyah (MI) Kembangan, Demak.

Kemudian melanjutkan sekolah menengah pertama di SMP Ma'arif Puri, Mojokerto, dan melanjutkan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Mojokerto. Pada tahun 2011 penulis di terima di Perguruan Tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan pilihan jurusan Teknik Geomatika. Semasa menjadi mahasiswa hingga lulus, penulis aktif dalam mengikuti dan menjadi bagian dari beberapa organisasi mahasiswa (ormawa) , baik dalam kampus maupun organisasi mahasiswa ekstra kampus. Diantaranya aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE) – ITS pada tahun 2012/2013, Lembaga Dakwah Jurusan Geomatics Islamic Study (LDJ – GIS) Jurusan teknik Geomatika - ITS pada tahun 2012/2013, Lembaga Dakwah Kampus (LDK) Jamaah Masjid Manarul Ilmi (JMMI) ITS pada tahun 2012 - 2014, Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Cinta Rebana – ITS pada tahun 2011 – 2015 yang pada kepengurusan 2013/2014 di amanahi sebagai Ketua Departemen Hubungan Luar, serta aktif di organisasi mahasiswa yaitu Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII) Komisariat Sepuluh Nopember Surabaya mulai tahun 2012 – 2015 dimana pada kepengurusan 2013/2014 di amanahi sebagai ketua departemen Pengabdian Masyarakat dan pada kepengurusan 2014/2015 di amanahi sebagai Wakil Ketua Bidang III yaitu

Bidang Harmonisasi Lingkaran Sahabat. Untuk menyelesaikan studi sarjananya penulis memilih tugas akhir di bidang keahlian *Remote Sensing* dengan judul “Studi *Total Suspended Solid (TSS)* dan Transparansi Perairan Menggunakan Data Citra Satelit Worldview-2 sebagai Faktor Pembatas Pertumbuhan Terumbu Karang, dengan wilayah studi Perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo”.

