

ANALISIS DISTRIBUSI SPASIAL DAN TREN KONSENTRASI *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DAN DATA *IN SITU**

GREGORIUS GERALDO MARTAGUNA



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Distribusi Spasial dan Tren Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) Menggunakan Citra Sentinel-2 dan Data *In Situ*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Gregorius Geraldo Martaguna
F4401221068



ABSTRAK

GREGORIUS GERALDO MARTAGUNA. Analisis Distribusi Spasial dan Tren Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) Menggunakan Citra Sentinel-2 dan Data *In Situ*. Dibimbing oleh YULI SUHARNOTO dan ZAINAB RAMADHANIS.

Sungai Cisadane di kawasan Pintu Air 10 merupakan salah satu sumber air baku utama bagi masyarakat Tangerang, namun aktivitas masyarakat menyebabkan penurunan kualitas air. Total Suspended Solid (TSS) merupakan parameter penting yang mencerminkan konsentrasi padatan tersuspensi di perairan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi akurasi estimasi TSS menggunakan citra Sentinel-2 terhadap data *in situ*, menganalisis distribusi spasial TSS, serta mengkaji tren perubahan TSS periode 2017–2026. Data yang digunakan meliputi 30 sampel *in situ* dengan metode gravimetri dan citra Sentinel-2 MSI. Estimasi TSS dilakukan menggunakan algoritma Liu, Nechad, Budiman, Parwati, dan algoritma lokal berbasis regresi linear. Evaluasi dilakukan menggunakan koefisien determinasi (R^2), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Error* (MAE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma lokal Cisadane, yaitu $TSS = 82,43 \times (B5/B2) - 50,13$, memberikan performa terbaik dengan $R^2 = 0,449$, RMSE = 13,75 mg/L, dan MAE = 12,46 mg/L. Distribusi TSS didominasi kelas rendah (25–50 mg/L), sedangkan kelas sedang (50–100 mg/L) terutama ditemukan di hilir Pintu Air 10. Tren TSS selama 2017–2026 berfluktuasi dengan konsentrasi tertinggi pada tahun 2019.

Kata kunci: Sentinel-2, Sungai Cisadane, *Total Suspended Solid*, Penginderaan jauh, Algoritma lokal

ABSTRACT

GREGORIUS GERALDO MARTAGUNA. Analysis of Spatial Distribution and Trends in Total Suspended Solid (TSS) Concentration Using Sentinel-2 Imagery and In-Situ Data. Supervised by YULI SUHARNOTO and ZAINAB RAMADHANIS.

The Cisadane River in the area of Sluice Gate 10 is one of the main sources of raw water for the people of Tangerang, but community activities have caused a decline in water quality. Total Suspended Solid (TSS) is an important parameter that reflects the concentration of suspended solids in waters. This study aims to evaluate the accuracy of TSS estimation using Sentinel-2 imagery against in situ data, analyze the spatial distribution of TSS, and examine the trend of TSS changes for the period 2017–2026. The data used include 30 in situ samples with the gravimetric method and Sentinel-2 MSI imagery. TSS estimation was carried out using the Liu, Nechad, Budiman, Parwati algorithm, and a local algorithm based on linear regression. Evaluation was carried out using the coefficient of determination (R^2), Root Mean Square Error (RMSE), and Mean Absolute Error (MAE). The results showed that the local Cisadane algorithm, namely $TSS = 82.43 \times (B5/B2) - 50.13$, provided the best performance with $R^2 = 0.449$, RMSE = 13.75 mg/L, and MAE = 12.46 mg/L. The TSS distribution was dominated by low class (25–50 mg/L), while medium class (50–100 mg/L) was mainly found downstream of Water

@HakCiptaIPBUniversity

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Gate 10. The TSS trend during 2017–2026 fluctuated with the highest concentration in 2019.

Keywords: Cisadane River, Local algorithm, Remote sensing, Sentinel-2, Total Suspended Solids

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS DISTRIBUSI SPASIAL DAN TREN KONSENTRASI *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)* MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DAN DATA *IN SITU*

GREGORIUS GERALDO MARTAGUNA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
U. Apriadi, S.T., M.Sc.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Analisis Distribusi Spasial dan Tren Konsentrasi *Total Suspended Solid (TSS)* Menggunakan Citra Sentinel-2 dan Data *In Situ*

Nama : Gregorius Geraldo Martaguna
NIM : F4401221068

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Yuli Suharnoto, M.Eng.
NIP. 19620709 198703 1 001



Pembimbing 2:
Zainab Ramadhanis, S.T., M.S.
NIP. 19950212 202406 2 002



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Ir. Tri Sudibyo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19840530 201404 1 001



Tanggal Ujian:
14 Juli 2026

Tanggal Lulus: 03 AUG 2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Yuli Suharnoto, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, kritik, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Zainab Ramadhanis S.T., M.S., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan dampingan serta arahan dengan penuh kesabaran, serta motivasi kepada penulis dalam setiap tahap penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Alm. Paulus Donny Martaguna dan Alm. Patricia Nita Susoanto, selaku kedua orang tua penulis, atas doa, kasih sayang, pengorbanan, serta dukungan yang senantiasa mengiringi perjalanan pendidikan penulis hingga tersusunnya skripsi ini. Meski telah berpulang, semangat dan nilai-nilai yang diberikan menjadi motivasi utama bagi penulis dalam menyelesaikan studi.
4. Anton Hendra Martaguna, Cecilia Sandri Nurhalim, dan Liliawati Sujana selaku kakek dan nenek penulis, serta seluruh keluarga besar Martaguna, Susoanto, Sujana, dan Nurhalim, atas segala kasih sayang, doa, dukungan moral maupun materiil, perhatian, dan motivasi yang tiada henti diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
5. Vivianne Nidya Lesnussa, yang senantiasa mendampingi penulis selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, atas segala kasih sayang, doa, dukungan, perhatian, kesabaran, motivasi, serta semangat yang tiada henti diberikan kepada penulis dalam menghadapi setiap proses dan tantangan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Teman-teman seperjuangan angkatan SIL 59 Zenikata Gatatirta, terkhusus Pendekars, yang telah menjadi teman bertumbuh dan berproses selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, dukungan, serta berbagai pengalaman yang telah dilalui bersama. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada sahabat sejak masa sekolah, yaitu Dzulhamsyah, Amadeo, Qintara, Drian, Jastin, serta seluruh anggota Warbee, yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan studi maupun penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman satu bimbingan Bapak Yuli Suharnoto, yaitu Tommy, Vallandy, Dio, Aya, Daffa, Marie, Jose, dan Raihan, yang telah menjadi teman seperjuangan selama proses penelitian. Terima kasih atas kebersamaan, diskusi, bertukar pikiran, saling membantu, serta motivasi yang diberikan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini. Semoga kebersamaan dan pengalaman yang telah dilalui menjadi kenangan yang bermakna dan membawa manfaat bagi perjalanan masing-masing di masa mendatang.
8. Andreas, Bremen, Leonard, Castella, Lovely, Darrel, serta seluruh kakak dan adik sepupu penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas kebersamaan, doa, dukungan, canda tawa, dan semangat yang selalu diberikan sehingga menjadi penyemangat bagi penulis selama menempuh perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Seluruh anggota Batalyon Merah serta Siberian selaku kelompok pendukung Fakultas Teknik dan Teknologi serta Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB University, atas rasa kekeluargaan, kebersamaan, semangat, dukungan, dan pengalaman yang telah diberikan sehingga menjadi bagian yang berharga dalam perjalanan penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.

Seluruh dosen, tenaga kependidikan, staf Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB University, kakak tingkat, adik tingkat, serta keluarga besar Taji Coffee, yang telah memberikan ilmu, bantuan, dukungan, serta suasana yang nyaman sehingga turut mendukung penulis selama menempuh pendidikan dan menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkan serta menjadi salah satu kontribusi dalam pengembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Gregorius Geraldo Martaguna

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) sebagai Indikator Kualitas Air	5
2.2 Penginderaan Jauh untuk Pemantauan Kualitas Air	5
2.3 Data <i>In Situ</i> dalam Analisis TSS	6
2.4 Citra Sentinel-2 dalam Estimasi TSS	7
2.5 Distribusi Spasial TSS	9
2.6 Uji Akurasi dan Validasi Data	9
2.7 Tren Konsentrasi TSS	11
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat, Data dan Bahan	12
3.3 Prosedur Penelitian	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Evaluasi Tingkat Akurasi Estimasi TSS dari Citra Satelit Sentinel-2 terhadap Data <i>In Situ</i>	20
4.2 Analisis Estimasi TSS Berbasis Citra Satelit Sentinel-2 pada Sungai Cisadane	28
4.3 Analisis Tren Perubahan Konsentrasi TSS Menggunakan Citra Sentinel-2	30
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	40
RIWAYAT HIDUP	56



DAFTAR TABEL

1. Tabel 1 <i>Band</i>	8
2. Tabel 2 Pengambilan data satelit	12
3. Tabel 3 Hasil nilai TSS data <i>in situ</i>	20
4. Tabel 4 Hasil nilai TSS eksisting pengolahan citra satelit	22
5. Tabel 5 Hasil uji validasi algoritma estimasi TSS	23
6. Tabel 6 Perbandingan algoritma estimasi TSS	26

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1 Titik pengujian sampel air Sungai Cisadane	12
2. Gambar 2 Diagram alir prosedur penelitian	13
3. Gambar 3 Alir prosedur peta analisis TSS	14
4. Gambar 4 Alir prosedur analisis gravimetri	16
5. Gambar 5 Peta analisis sebaran TSS pada Sungai Cisadane pada tahun 2026	29
6. Gambar 6 Tren analisis TSS 2017-2026	31

DAFTAR LAMPIRAN

7. Lampiran 1 Script Google Earth Engine (GEE) untuk Mengunduh Citra Sentinel 2	41
8. Lampiran 2 Grafik R2 Koefisien Determinasi Algoritma Lokal, Parwati, Liu, Nechad, Budiman	44
9. Lampiran 3 Tabel Hasil Analisis Tren 2017-2026	45
10. Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan	56