

# Pendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode USLE pada DAS Nongsa Kota Batam

Muhammad Hakiem Sedo PUTRA<sup>1\*</sup>, Muhammad Ridho ULYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu, Institut Teknologi Sumatera  
email: muhammad.sedo@tka.itera.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Lampung

## Sejarah artikel

Diserahkan: 24 Desember 2024  
Dalam bentuk revisi: 30 Juni 2025

Diterima: 30 Juni 2025  
Tersedia online: 31 Juli 2025

## Abstract

*Erosion and sedimentation estimation are crucial for watershed management. This study aims to analyze the levels of erosion and sedimentation in the Nongsa Watershed, Batam City, using the Universal Soil Loss Equation (USLE) method. The results show that the average potential erosion is 92,141.60 tons/ha/year, while the average actual erosion is 17,853.54 tons/ha/year. The primary factor influencing erosion levels is rainfall erosivity (R), which varies annually, while the topographic factor (LS) has a lower impact due to the relatively flat terrain of the watershed. The average sedimentation rate is 11,902.36 m<sup>3</sup>/year, posing a risk of water body sedimentation. Soil conservation efforts, such as planting cover crops and managing rainfall, are crucial to mitigate erosion and sedimentation risks. This study is expected to serve as a reference for sustainable watershed management.*

**Keywords:** erosion, nongsa watershed, soil conservation, sedimentation, USLE

## Abstrak

*Pendugaan erosi dan sedimentasi sangat penting dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat erosi dan sedimentasi di DAS Nongsa, Kota Batam, menggunakan metode Universal Soil Loss Equation (USLE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa erosi potensial rata-rata sebesar 92.141,60 ton/ha/tahun, sementara erosi aktual rata-rata mencapai 17.853,54 ton/ha/tahun. Faktor utama yang memengaruhi tingkat erosi adalah curah hujan (R) yang bervariasi setiap tahun, sedangkan faktor topografi (LS) memiliki pengaruh lebih rendah karena DAS cenderung datar. Sedimentasi yang dihasilkan mencapai rata-rata 11.902,36 m<sup>3</sup>/tahun, yang berisiko menyebabkan pendangkalan badan air. Upaya konservasi tanah, seperti penanaman vegetasi penutup dan pengelolaan curah hujan, sangat penting untuk mengurangi risiko erosi dan sedimentasi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan DAS yang berkelanjutan.*

**Kata kunci:** erosi, DAS Nongsa, konservasi tanah, sedimentasi, USLE

## 1. Pendahuluan

Kelestarian DAS dan ekosistem di dalamnya memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan alam, karena kerusakan DAS akan berakibat pada hilangnya kemampuan DAS dalam menyimpan air, meningkatkan frekuensi banjir tahunan, menurunkan kuantitas dan kualitas air sepanjang tahun serta meningkatkan erosi dan sedimentasi tanah. Erosi dan sedimentasi (Meilani dkk., 2024). Jika erosi dan sedimentasi ini dibiarkan terus berlanjut, maka kerusakan alam akan terjadi. Erosi umumnya disebabkan oleh pengelolaan lahan yang tidak memperhatikan kondisi tanah, misalnya lahan yang memiliki

kelerengan tinggi dijadikan lahan pertanian (Putra, 2021). DAS Nongsa adalah salah satu DAS yang terletak di Kota Batam Provinsi kepulauan Riau. Secara geografis, DAS Nongsa berada pada wilayah administrasi 4 Kecamatan, yaitu Kecamatan Nongsa, Kecamatan Tanjung Bemban, Kecamatan Batu Besar, dan Kecamatan Kampung Jabi dengan luas 7.501,86 ha. DAS Nongsa berada pada kemiringan lereng sekitar 0-8% dimana persentase tersebut menandakan bahwa DAS Nongsa termasuk pada kemiringan yang datar. Kondisi tutupan lahan pada DAS Nongsa didominasi oleh pemukiman dan pertanian lahan kering campur. Dampak dari erosi tanah dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi di sungai sehingga dapat mengurangi daya tampung sungai, begitu pula yang terjadi di DAS Nongsa karena sudah banyak mengalami perubahan lingkungan terutama perubahan tata guna lahan di daerah hulu, maka erosi dan sedimentasi yang terjadi di DAS Nongsa cukup besar dan berdampak pada berkurangnya kemampuan DAS Nongsa dalam menampung debit air terutama pada saat musim penghujan sehingga akan menyebabkan banjir (Napitupulu dkk., 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian dengan tujuan untuk mengoptimalkan upaya pengelolaan DAS Nongsa dengan melihat kondisi lingkungan yaitu terjadinya erosi dan sedimentasi.

### **Metode USLE (Universal Soil Loss Equation)**

USLE adalah suatu model perhitungan erosi lahan yang dirancang khusus untuk memprediksi rata-rata erosi jangka panjang dan erosi lapisan (*sheet erosion*) termasuk di dalamnya erosi alur pada suatu keadaan tertentu (Manaouch dkk., 2021). USLE sebagai suatu model erosi dirancang untuk memprediksi erosi rata-rata jangka panjang dari erosi lembar (*sheet erosion*) atau alur (*trench erosion*) di bawah keadaan tertentu. Metode ini juga bermanfaat untuk tanah tempat bangunan dan penggunaan non pertanian, tetapi metode ini tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi (Raco dkk., 2022).

### **Hujan Wilayah**

Perhitungan hujan wilayah pada DAS Nongsa menggunakan Metode Aritmatik

$$P = 1/n (P_1 + P_2 + \dots + P_n) \quad (1)$$

dimana:

P = rata-rata curah hujan wilayah (mm)

n = jumlah Pos Hujan pengamat

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ..., P<sub>n</sub> = curah hujan pada Pos Hujan 1, 2, ..., n

### **Erosivitas Hujan (EI)**

$$EI = 237,4 + 2,61 \times P \quad (2)$$

dimana:

EI = indeks erosivitas hujan (KJ/ha)

P = curah hujan bulanan (cm)

### **Faktor Kemiringan Lereng (LS)**

Faktor Kemiringan Lereng (LS) adalah parameter dalam model *Soil Loss Equation* (USLE) yang mengukur pengaruh panjang dan kemiringan lereng terhadap erosi tanah. LS mencerminkan potensi aliran air permukaan yang lebih besar pada lereng curam dan panjang, sehingga meningkatkan risiko erosi. Nilai LS dihitung berdasarkan perbandingan panjang lereng (L) dan sudut kemiringan (S) terhadap erosi standar. Faktor kemiringan lereng (LS) bisa langsung ditentukan dengan cara mengklasifikasikan berdasarkan tabel kelas lereng. Panjang lereng diukur dari tempat mulai terjadinya aliran air di atas permukaan tanah sampai ke tempat terjadinya pengendapan (Prayuda dkk., 2024). Panjang lereng mengacu pada aliran permukaan, yaitu lokasi terjadinya erosi atau kemungkinan terjadinya disposisi sedimen. Kemiringan lereng merupakan ukuran kemiringan lahan relatif terhadap bidang datar yang secara umum dinyatakan dalam persen atau derajat (Sumarauw dkk., 2024).

Tabel 1. Berat isi untuk beban mati

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng (%)	Nilai LS
A	0-8%	0,25
B	8-15%	1,2
C	15-25%	4,25
D	25-45%	9,5
E	>45%	12

**Parameter Penutup Lahan (C)**

Parameter penutup lahan menunjukkan keseluruhan pengaruh vegetasi, kondisi tanah, dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang (erosi).

Tabel 2. Parameter Penutup Lahan (CP)

Klasifikasi Penggunaan Lahan	Faktor C Rata-Rata
Belukar	0,3
Belukar Rawa	0,01
Hutan Mangrove Sekunder	0,07
Pemukiman	1
Pertambangan	0,9
Pertanian Lahan Kering	0,19
Pertanian Lahan Kering Campur	0,28
Tanah Terbuka	0,2

**2. Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Nongsa, Kota Batam, yang memiliki karakteristik topografi dan penggunaan lahan yang bervariasi. Metode yang digunakan untuk menduga erosi dan sedimentasi adalah *Universal Soil Loss Equation* (USLE), yang merupakan pendekatan empiris untuk menghitung tingkat kehilangan tanah akibat erosi (Rohman dkk., 2020). Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, analisis komponen USLE, serta interpretasi hasil.

**Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian berada di DAS Nongsa, dengan luas wilayah sekitar 7.501,86 ha. Wilayah ini dipilih karena tingginya tingkat aktivitas manusia, seperti pembangunan infrastruktur dan konversi lahan, yang berpotensi meningkatkan erosi (Dali dkk., 2023). Data geografis dan topografi wilayah diperoleh dari citra satelit dan peta digital elevasi (DEM).



Gambar 1. Lokasi penelitian

**Data dan Sumbernya**

Penelitian ini menggunakan beberapa jenis data utama:

- a. Curah Hujan (R), Data curah hujan tahunan selama 10 tahun (2014-2023), data tersebut diperoleh dari stasiun BMKG terdekat untuk menghitung indeks erosivitas hujan.
- b. Kepekaan Tanah (K), Sampel tanah diambil dari beberapa titik pada DAS untuk dianalisis di laboratorium guna menentukan nilai erodibilitas tanah.
- c. Faktor Kemiringan Lereng (LS), Data DEM diolah menggunakan perangkat lunak GIS untuk menghitung panjang dan kemiringan lereng (Alfianto dkk., 2020).
- d. Penutup Lahan (C), Analisis tutupan lahan dilakukan menggunakan citra satelit terkini untuk mengidentifikasi jenis vegetasi dan aktivitas lahan.
- e. Praktik Pengelolaan (P), Pengamatan lapangan dilakukan untuk menentukan keberadaan praktik konservasi tanah dan air di DAS.

**Analisis Data**

- a. Pengumpulan Data  
Data yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan, laboratorium, dan pengolahan GIS digunakan untuk menghitung masing-masing parameter USLE (R, K, LS, C, P).
- b. Perhitungan Tingkat Erosi  
Metode USLE digunakan untuk menghitung laju erosi tahunan (A) dengan persamaan:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \tag{3}$$

Perhitungan dilakukan untuk setiap piksel pada peta DAS menggunakan perangkat lunak GIS, sehingga menghasilkan peta distribusi spasial erosi.

- c. Estimasi Sedimentasi  
Sedimentasi dihitung berdasarkan hubungan antara tingkat erosi dan pengendapan tanah di area tertentu, seperti sungai atau waduk, menggunakan koefisien pengendapan.

**Analisis dan Interpretasi Hasil**

Hasil perhitungan USLE divisualisasikan dalam bentuk peta tematik yang menunjukkan tingkat erosi di DAS Nongsa. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi daerah-daerah kritis dengan tingkat erosi tinggi. Selain itu, hubungan antara erosi dan sedimentasi dianalisis untuk memahami dampaknya terhadap lingkungan dan pengelolaan DAS (Sumarauw dkk., 2024).

Pendekatan ini diharapkan memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat erosi dan sedimentasi di DAS Nongsa, sehingga dapat menjadi dasar untuk merumuskan strategi pengelolaan sumber daya tanah dan air yang berkelanjutan.

**3. Hasil**

Pada analisa perhitungan dimulai dengan jumlah curah hujan tahunan dan kemudian didapatkan hasil erosivitas hujan (EI). Faktor erosivitas hujan mempengaruhi erosi secara langsung (Dewi dkk., 2022). Erosivitas hujan mengindikasikan kemampuan curah hujan dalam menyebabkan erosi. Hasil perhitungan erosivitas hujan (EI) yang diperoleh dari Persamaan erosivitas Hujan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Faktor Erosivitas Hujan (EI)

Tahun	CH (mm)	CH (cm)	Erosivitas Hujan
2014	1875.5	187.6	726.9
2015	1105.7	110.6	526.0
2016	2336.4	233.6	847.2
2017	2885.8	288.6	990.6
2018	1882.2	188.2	728.7
2019	1429.2	142.9	610.4
2020	3002.1	300.2	1020.9

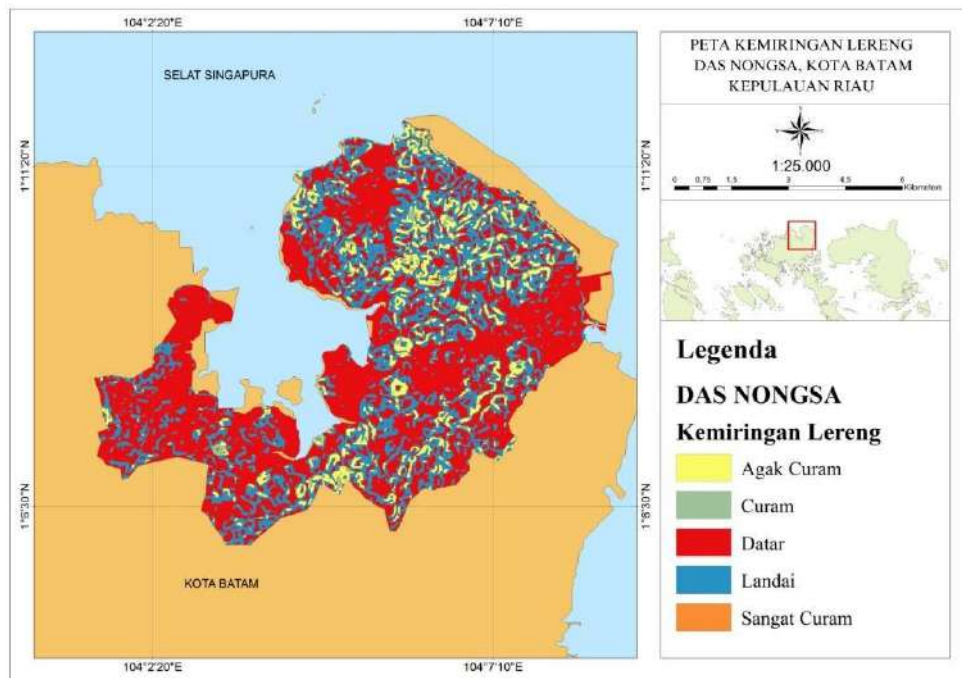
2021	2660.5	266.1	931.8
2022	2590.6	259.1	913.5
2023	2933.1	293.3	1002.9
<b>Rata-Rata</b>	2270.1	227.0	829.9
<b>Jumlah</b>	22701.1	2270.1	8299.0

Curah hujan tahunan (dalam mm) bervariasi dari tahun ke tahun, dengan nilai terendah pada tahun 2015 sebesar 1105.7 mm dan tertinggi pada tahun 2023 sebesar 2933.1 mm. Indeks erosivitas hujan juga menunjukkan variasi signifikan setiap tahunnya, dengan nilai terendah pada tahun 2015 sebesar 526.0 dan nilai tertinggi pada tahun 2020 sebesar 1020.9. Secara umum, terdapat hubungan positif antara curah hujan dan indeks erosivitas, di mana tahun-tahun dengan curah hujan tinggi cenderung memiliki indeks erosivitas yang lebih tinggi (contoh: 2020, 2023). Namun, faktor lain seperti intensitas hujan harian atau distribusi hujan bulanan juga dapat memengaruhi erosivitas, yang tidak ditunjukkan dalam tabel ini.

Data ini menunjukkan bahwa curah hujan yang tinggi di beberapa tahun dapat menyebabkan tingkat erosivitas yang tinggi, meningkatkan risiko erosi tanah di DAS yang bersangkutan. Variasi tahunan menunjukkan perlunya pengelolaan DAS yang adaptif untuk mengantisipasi perubahan curah hujan dan dampaknya terhadap erosi (Fahrozi dkk., 2024).

**Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)**

Dari hasil pengolahan peta kelas lereng diketahui bahwa DAS Nongsa dominan berada pada kemiringan 0-8%. Seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Peta kemiringan lereng (LS) DAS Nongsa

Meskipun kemiringan lereng sebesar 0,25 dan berada dalam kategori lereng datar (0-8%), kemiringan yang relatif rendah ini cenderung mengurangi potensi erosi dibandingkan dengan lereng yang lebih curam. Namun, meskipun kemiringan lereng tidak terlalu tajam, faktor lain seperti erosivitas hujan yang tinggi, dapat berkontribusi pada laju erosi yang signifikan.

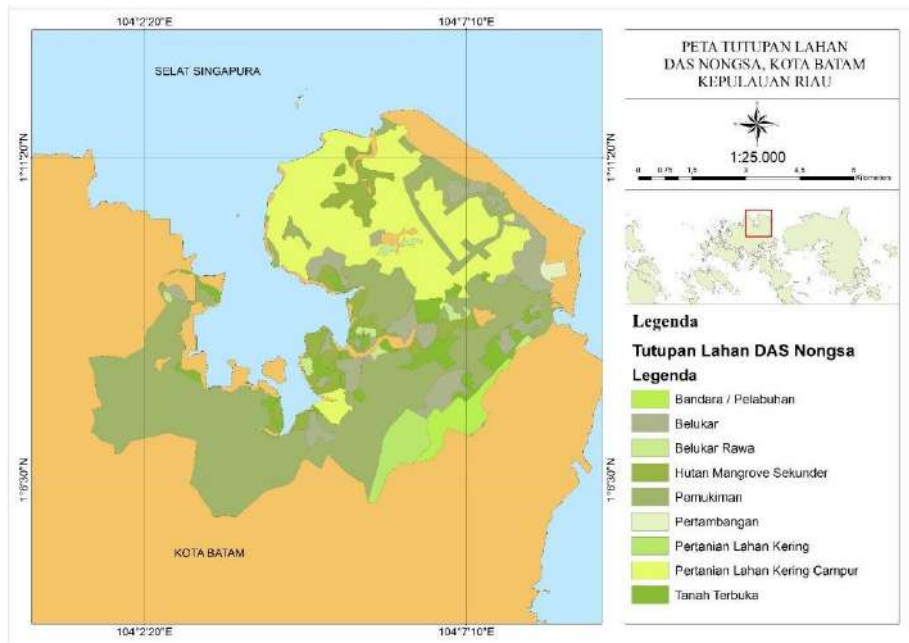
Tabel 4. Faktor erosivitas hujan (EI)

Kelas	Kemiringan Lereng (%)	Lereng	Luas (ha)	Nilai LS
1	0-8%	Datar	3910.1	0.25
2	8-15%	Landai	2266.2	1.2
3	15-25%	Agak Curam	783.8	4.25
4	25-45%	Curam	61.0	9.5
5	>45%	angat Curam	0.3	12

Ketika hujan turun dengan intensitas tinggi, air akan mengalir di permukaan tanah. Pada lereng datar, aliran air cenderung lebih lambat, tetapi jika curah hujan sangat deras, air dapat mengumpul dan menyebabkan genangan. Hal ini dapat meningkatkan risiko erosi, terutama jika tanah tidak memiliki penutup vegetasi yang memadai. Tanpa vegetasi, tanah menjadi lebih rentan terhadap pengikisan oleh air, meskipun kemiringan lerengnya rendah. Selain itu, sedimentasi juga menjadi perhatian. Dengan adanya hujan yang erosif, material tanah yang tererosi dapat terbawa oleh aliran air dan mengendap di area yang lebih rendah, seperti sungai atau waduk. Ini dapat menyebabkan penumpukan sedimen yang berpotensi mengurangi kapasitas tampung badan air dan mempengaruhi kualitas air (Girmay dkk., 2020).

**Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)**

Faktor penggunaan lahan (CP) ditentukan dengan menggunakan peta penggunaan lahan DAS Nongsa pada gambar berikut.



Gambar 3. Peta tata guna lahan DAS Nongsa

Dari peta penggunaan lahan tersebut, didapat luas masing-masing dari penggunaan lahan tersebut pada tabel berikut.

Tabel 5. Faktor erosivitas hujan (EI)

Tutupan Lahan	Luas (ha)	CP	CP x Luas
Belukar	634.51	0.3	190.353
Belukar Rawa	81.64	0.01	0.816
Hutan Mangrove Sekunder	444.43	0.07	31.110
Pemukiman	3159.42	1	3.159.420
Pertambangan	30.23	0.9	27.210

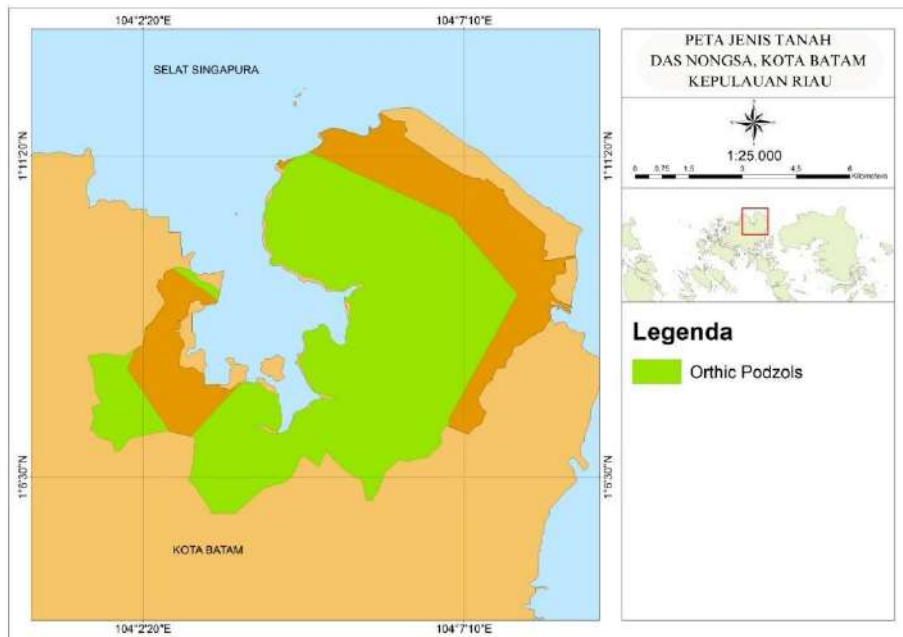
Pertanian Lahan Kering	190.13	0.19	36.125
Pertanian Lahan Kering Campur	1714.65	0.28	480.102
Tanah Terbuka	351.28	0.2	70.256

Faktor penggunaan lahan yang didominasi oleh pemukiman dan pertanian lahan kering campur dapat memiliki dampak signifikan terhadap laju erosi dan sedimentasi, Ketika lahan digunakan untuk pemukiman dan pertanian, sering kali terjadi penghilangan vegetasi alami yang berfungsi sebagai pelindung tanah. Tanpa adanya penutup vegetasi yang memadai, tanah menjadi lebih rentan terhadap pengikisan, terutama ketika hujan turun dengan intensitas tinggi. Pada lahan pertanian, praktik pengolahan tanah yang kurang baik—seperti pembajakan yang berlebihan atau pengolahan tanah pada saat hujan—dapat memperburuk kondisi ini. Air hujan yang erosif dapat mengikis tanah lebih cepat, meskipun kemiringan lerengnya datar. Hal ini akan mengakibatkan hilangnya lapisan atas tanah subur, yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan risiko sedimentasi di saluran air di sekitar lahan pertanian dan pemukiman (Asiki dkk., 2019).

Di sisi lain, pada pemukiman, pembangunan infrastruktur seperti jalan, bangunan, dan area parkir dapat mengubah aliran air hujan. Permukaan yang tidak tembus air seperti aspal dan beton dapat menyebabkan air mengalir lebih cepat dan mengumpul di titik-titik tertentu, yang berpotensi meningkatkan erosi di area yang lebih rentan (Marques dkk., 2019).

**Faktor Erodibilitas Tanah (K)**

Nilai erodibilitas tanah ditentukan menggunakan peta jenis tanah yang terdapat pada gambar berikut.



Gambar 4. Peta tata guna lahan DAS Nongsa

Berdasarkan peta dengan luas DAS yaitu 75,01 km, hanya terdapat satu jenis tanah dengan luas dan nilai K yang terdapat pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil analisis erodibilitas tanah (K) DAS Nongsa

Jenis Tanah	Luas (ha)	Nilai K	Indeks K
Orthic Podzols	4994.82	799.17	0.16

*Orthic podzols* adalah jenis tanah yang umumnya memiliki lapisan bawah yang lebih padat dan cenderung memiliki drainase yang baik, tetapi juga dapat memiliki kandungan bahan organik yang rendah. Hal ini membuat tanah ini lebih rentan terhadap erosi, terutama ketika

vegetasi penutup hilang akibat aktivitas pemukiman dan pertanian. Ketika tanah ini terpapar hujan yang erosif, air dapat dengan mudah mengikis lapisan atas tanah, yang berpotensi mengurangi kesuburan tanah dan meningkatkan sedimentasi di area sekitarnya.

**Laju Erosi dan Sedimentasi**

Hasil analisis pendugaan laju erosi dan sedimentasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil analisis erodibilitas tanah (K) DAS Nongsa

Tahun	R	K	LS	A	Erosi Potensial	CP	Erosi Aktual	SDR	Spot
2014	726,9	0,16	0,25	7501,86	218125,73	0,37	80706,52	0,194	15637,86
2015	526,0	0,16	0,25	7501,86	157835,44	0,37	58399,11	0,194	11315,53
2016	847,2	0,16	0,25	7501,86	254223,15	0,37	94062,57	0,194	18225,75
2017	990,6	0,16	0,25	7501,86	297251,84	0,37	109983,18	0,194	21310,56
2018	728,7	0,16	0,25	7501,86	218650,47	0,37	80900,67	0,194	15675,48
2019	610,4	0,16	0,25	7501,86	183171,78	0,37	67773,56	0,194	13131,94
2020	1020,9	0,16	0,25	7501,86	306360,39	0,37	113353,34	0,194	21963,57
2021	931,8	0,16	0,25	7501,86	279606,48	0,37	103454,40	0,194	20045,53
2022	913,5	0,16	0,25	7501,86	274131,95	0,37	101428,82	0,194	19653,05
2023	1002,9	0,16	0,25	7501,86	300956,3	0,37	111353,85	0,194	21576,14
<b>Rata - Rata</b>						ton/ha	92141,60		17853,54
<b>Laju Erosi dan Sedimentasi</b>						ton/ha/th	12,28		2,38
						m3/ha/th	8,19		1,59
						m3/th	61427,73		11902,36

Laju erosi sebesar 12,28 ton/ha/tahun menunjukkan bahwa tanah di area ini mengalami pengikisan yang cukup signifikan. Ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk erosivitas hujan yang tinggi (829,9 KJ/ha) dan penggunaan lahan yang didominasi oleh pemukiman dan pertanian. Ketika vegetasi hilang akibat aktivitas manusia, tanah menjadi lebih rentan terhadap pengikisan oleh air hujan. Kemiringan lereng yang datar (0-8%), meskipun aliran air tidak terlalu cepat, curah hujan yang tinggi tetap dapat menyebabkan akumulasi air di permukaan, yang berpotensi meningkatkan laju erosi.

Sementara itu, laju sedimentasi sebesar 2,38 ton/ha/tahun menunjukkan bahwa material yang tererosi dari tanah tidak hanya hilang, tetapi juga mengendap di area yang lebih rendah, seperti sungai atau waduk. Sedimentasi ini dapat mengurangi kapasitas tamping badan air dan mempengaruhi kualitas air. Dalam konteks penggunaan lahan yang intensif, seperti pertanian dan pemukiman, sedimentasi dapat menjadi masalah serius, karena dapat menyebabkan penumpukan sedimen yang mengganggu ekosistem akuatik dan mengurangi produktivitas lahan pertanian (HOUMSI, 2020). Dengan mempertimbangkan bahwa tanah di daerah ini adalah *orthic podzols*, yang memiliki erodibilitas tinggi, hasil perhitungan ini semakin menekankan pentingnya pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

**4. Diskusi dan Pembahasan**

**Analisis Tingkat Erosi Potensial dan Aktual**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat erosi potensial di DAS Nongsa Kota Batam memiliki nilai rata-rata sebesar 92.141,60 ton/ha/tahun. Angka ini menunjukkan potensi kehilangan tanah yang sangat besar jika tidak ada tindakan konservasi lahan. Erosi aktual, yang mempertimbangkan faktor pengelolaan lahan (CP), memiliki nilai rata-rata sebesar 17.853,54 ton/ha/tahun, menunjukkan bahwa pengelolaan lahan telah mengurangi erosi hingga sekitar 80% dari potensi awal.

Namun, nilai rata-rata erosi aktual ini masih berada pada kategori erosi sedang hingga tinggi, berdasarkan klasifikasi erosi menurut FAO (Marques dkk., 2019). Area dengan nilai CP tinggi ( $>0.3$ ), seperti lahan terbuka dan kawasan non-vegetasi, berkontribusi paling besar terhadap erosi aktual, menunjukkan pentingnya peran vegetasi penutup dalam mengurangi erosi.

#### ***Faktor-Faktor yang Memengaruhi Erosi***

Berdasarkan analisis parameter USLE, faktor-faktor berikut memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat erosi di DAS Nongsa:

- a. Faktor Curah Hujan (R), Curah hujan tahunan menunjukkan fluktuasi yang memengaruhi tingkat erosivitas hujan. Tahun dengan curah hujan tinggi (misalnya, 2020 dengan nilai R sebesar 1020,9) menghasilkan tingkat erosi potensial dan aktual yang lebih tinggi dibandingkan tahun-tahun dengan curah hujan rendah.
- b. Faktor Topografi (LS), DAS Nongsa memiliki nilai LS yang relatif rendah (0,25), menunjukkan bahwa kemiringan lereng bukan faktor dominan dalam meningkatkan erosi. Namun, topografi yang kurang curam tidak dapat sepenuhnya mengurangi risiko erosi tanpa dukungan vegetasi.
- c. Faktor Pengelolaan Lahan (CP), Rata-rata nilai CP sebesar 0,37 menunjukkan bahwa sebagian besar lahan di DAS Nongsa belum sepenuhnya terkelola dengan baik. Pengelolaan konservasi yang kurang optimal, seperti terbatasnya penggunaan vegetasi penutup, menyebabkan tingginya tingkat erosi di beberapa wilayah.

#### ***Sedimentasi pada DAS Nongsa***

Proses sedimentasi yang terjadi di DAS Nongsa dipengaruhi oleh Sediment Delivery Ratio (SDR) sebesar 0,194, yang menunjukkan bahwa sekitar 19,4% dari tanah yang tererosi mencapai badan air. Dengan demikian, rata-rata sedimentasi tahunan di DAS Nongsa adalah 11.902,36 m<sup>3</sup>/tahun, yang cukup tinggi untuk berdampak pada pendangkalan sungai, waduk, dan badan air lainnya. Tingginya nilai sedimentasi ini menunjukkan bahwa DAS Nongsa berisiko mengalami penurunan kualitas lingkungan akibat pendangkalan badan air, yang dapat memengaruhi fungsi hidrologis DAS, termasuk kapasitas tampungan air dan risiko banjir.

#### ***Perbandingan dengan Studi Sebelumnya***

Hasil penelitian ini konsisten dengan studi lain yang menggunakan metode USLE pada DAS dengan karakteristik serupa. Studi-studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa curah hujan (R) dan faktor pengelolaan lahan (CP) adalah dua parameter yang paling berpengaruh terhadap tingkat erosi dan sedimentasi. Dibandingkan DAS di wilayah lain di Indonesia, DAS Nongsa memiliki tingkat erosi yang lebih tinggi, yang kemungkinan besar disebabkan oleh tingginya konversi lahan untuk pembangunan perkotaan.

#### ***Implikasi terhadap Pengelolaan DAS***

Hasil penelitian ini memberikan implikasi penting terhadap pengelolaan DAS Nongsa, yaitu:

- a. Konservasi Tanah dan Air, Perlu dilakukan penanaman vegetasi penutup pada lahan terbuka untuk menurunkan nilai CP dan meningkatkan perlindungan terhadap erosi.
- b. Pengelolaan Curah Hujan, Dibutuhkan sistem drainase dan teknik mitigasi hujan intensif untuk mengurangi dampak erosivitas curah hujan tinggi.
- c. Pengendalian Sedimentasi, Implementasi teknologi pengendapan, seperti pembangunan cek dam atau kolam retensi, untuk menahan sedimen sebelum mencapai badan air.

#### ***Keterbatasan Penelitian***

Beberapa keterbatasan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Resolusi Data, Data curah hujan dan topografi yang digunakan memiliki resolusi terbatas, yang dapat memengaruhi tingkat akurasi hasil analisis.

- b. Asumsi Faktor USLE, Faktor-faktor dalam metode USLE seperti K, LS, dan CP menggunakan nilai-nilai rata-rata yang mungkin tidak merepresentasikan variasi spasial di seluruh DAS.

### Rekomendasi Penelitian Selanjutnya

Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk:

- a. Menggunakan data resolusi tinggi, seperti citra satelit atau survei lapangan, untuk meningkatkan akurasi estimasi erosi dan sedimentasi.
- b. Mengintegrasikan metode USLE dengan model hidrologi lainnya, seperti SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*), untuk memperhitungkan faktor hidrologi secara lebih rinci.
- c. Melakukan pengukuran lapangan untuk memvalidasi hasil prediksi model erosi dan sedimentasi.

Hasil diskusi ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengelolaan DAS Nongsa yang lebih berkelanjutan dan adaptif terhadap tekanan lingkungan.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pendugaan erosi dan sedimentasi menggunakan metode USLE pada DAS Nongsa Kota Batam, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Tingkat erosi potensial di DAS Nongsa memiliki rata-rata sebesar 92.141,60 ton/ha/tahun, sedangkan tingkat erosi aktual, yang mempertimbangkan faktor pengelolaan lahan (CP), mencapai rata-rata 17.853,54 ton/ha/tahun. Pengelolaan lahan telah mampu mengurangi potensi erosi hingga sekitar 80%, namun angka ini masih menunjukkan kategori erosi sedang hingga tinggi sehingga memerlukan tindakan konservasi yang lebih intensif.
- b. Faktor curah hujan (R) menjadi salah satu penyebab utama tingginya tingkat erosi di DAS Nongsa, terutama pada tahun-tahun dengan intensitas hujan yang tinggi. Faktor topografi (LS) memiliki pengaruh yang lebih rendah karena wilayah DAS cenderung datar, namun nilai CP yang cukup tinggi (rata-rata 0,37) mengindikasikan perlunya peningkatan pengelolaan lahan untuk meminimalkan risiko erosi.
- c. Proses sedimentasi di DAS Nongsa menunjukkan rata-rata pengendapan sedimen sebesar 11.902,36 m<sup>3</sup>/tahun, yang berpotensi menyebabkan pendangkalan badan air dan penurunan kapasitas tampungan air. Tingginya sedimentasi disebabkan oleh transfer sedimen yang mencapai 19,4% dari erosi aktual, sesuai dengan nilai Sediment Delivery Ratio (SDR) sebesar 0,194.
- d. Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya upaya konservasi tanah dan air untuk mengurangi erosi dan sedimentasi di DAS Nongsa. Tindakan yang disarankan meliputi penanaman vegetasi penutup, penerapan teknologi pengendalian sedimen seperti cek dam atau kolam retensi, dan optimalisasi sistem pengelolaan air hujan untuk mengurangi dampak erosivitas curah hujan tinggi.

Penelitian ini memberikan gambaran mengenai tingkat erosi dan sedimentasi di DAS Nongsa serta faktor-faktor yang memengaruhinya, sehingga dapat menjadi acuan dalam perencanaan konservasi lahan dan pengelolaan DAS yang berkelanjutan.

## 6. Referensi

- Alfianto, A., & Cecilia, S. (2020). Pemodelan potensi erosi dan sedimentasi hulu Danau Limboto dengan WaTEM/SEDEM. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 11(2), 67-82.
- Asiki, M. I., Maryati, S., & Akase, N. (2019). Analisis Tingkat Kerentanan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*, 1(2), 87-101.
- Dali, A. S. A., Pendang, A., & Musa, R. (2023). Uji Tingkat Erosi Tanah dengan Variasi Intensitas Curah Hujan Menggunakan Alat Rainfall Simulator: Studi Kasus Daerah Rawan Erosi Desa Harapan, Tanete Riaja, Barru. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 55-66.
- Dewi, N. K., Ikhsan, J., & Ikhsan, N. (2022). Pengaruh Erosi Lahan Terhadap Kapasitas Sabo Dam. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 25-34.
- Fahrozi, Y., Leomo, S., Zulfikar, Z., Syaf, H., Resman, R., & Rustam, L. O. (2024). Analisis Tingkat Bahaya Erosi Tanah pada Kelerengan Berbeda di Perkebunan Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Rakyat Kecamatan Padanguni Kabupaten Konawe. *Agritechpedia*, 2(01), 1-15.
- Girmay, G., Moges, A., & Muluneh, A. (2020). Estimation of soil loss rate using the USLE model for

- Agewmariyam Watershed, northern Ethiopia. *Agriculture & Food Security*, 9(1), 9.
- Prayuda, N. H., & Simanjuntak, B. H. (2024). Penilaian Kuantitatif Terhadap Potensi dan Index Bahaya Erosi. *Agroteknika*, 7(3), 368-384.
- HOUMSI, M. R. (2020). *Modeling impacts of climate change on aridity and crop water demand in syria* [Thesis]. Universiti Teknologi Malaysia. <http://eprints.utm.my/92328/1/MohamadRajabHoumsiPSKA2020.pdf>
- Manaouch, M., Zouagui, A., & Fenjiro, I. (2021). A review of soil erosion modeling by R/USLE in Morocco: Achievements and limits. In *E3S web of conferences* (Vol. 234, p. 00067). EDP Sciences.
- Marques, V. S., Ceddia, M. B., Antunes, M. A., Carvalho, D. F., Anache, J. A., Rodrigues, D. B., & Oliveira, P. T. S. (2019). USLE K-factor method selection for a tropical catchment. *Sustainability*, 11(7), 1840.
- Meilani, W., Sylviana, R., Juliandra, L., & Iskandar, T. (2024). Efisiensi, perawatan dan pemeliharaan drainase desa Sumbersari. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi Dan Perubahan*, 4(4).
- Napitupulu, R. T., & Putra, M. H. S. (2024). Pengaruh bod, cod dan do terhadap lingkungan dalam penentuan kualitas air bersih di sungai pesanggrahan. *Civeng: jurnal teknik sipil dan lingkungan*, 5(2), 79-82.
- Raco, B., Wicaksono, A., & Triweko, R. W. (2022). Tingkat Bahaya Erosi Akibat Perubahan Tutupan Lahan Pada Daerah Tangkapan Air Danau Tondano. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 63-76.
- Rohman, M. K., Indarto, I., & Mandala, M. (2020). Pemetaan Erosi di Wilayah Kabupaten Situbondo. *Majalah Ilmiah Globe*, 22(1), 13-20. <https://doi.org/10.24895/MIG.2019.22-1.989>
- Sumarauw, J. S. F., Ratu, Y. A., & Moningka, F. M. I. (2024). Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi yang Disebabkan oleh Perubahan Tata Guna Lahan di Daerah Aliran Sungai Danau Tondano. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(4), 2099-2106. <http://irje.org/index.php/irje/article/view/1533>
- Putra, M. H. (2021). Penerapan Rain Water Harvesting dalam Menyediakan Air Domestik dan Mengurangi Debit Drainase di Daerah Perkotaan. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 25(2), 42-45.. <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v25i2.38>

# JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL

**Perkuatan Struktur Bangunan Akibat Penurunan Mutu Beton dengan Metode Concrete Jacketing dan Fiber Reinforced Polymer (Studi Kasus)**  
*Martius GINTING, Yohanes SIBAGARIANG, Dandi Suwondo SITUMORANG*

**Uji Permeabilitas Tubuh Bendung dengan Metode Uji Packer Tunggal (Studi Kasus: Bendung PLTM Sei Wampu)**  
*Rina Firlia SARI, Samsuardi BATUBARA, Simon Dertha TARIGAN*

**Pengaruh Penggantian Semen Dynamix dengan GGBFS pada Kuat Tekan Beton**  
*Titonik HIA, SYAHRIL*

**PPendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode USLE pada DAS Nongsa Kota Batam**  
*Muhammad Hakiem Sedo PUTRA, Muhammad Ridho ULYA*

**Analisis Kinerja Layanan Kapal Ferry Penumpang Samsir Menggunakan Metode Importance Performance Analysis**  
*Oloan SITOANG, Rini Tiofani P. SIDAOLOG, Reynaldo SIAHAAN*

**Tingkat Kepuasan Penumpang terhadap Kualitas Pelayanan Bandar Udara Internasional Kualanamu**  
*Charles SITINDAON, Holong SITUMORANG*

**Penilaian Tingkat Risiko Keterlambatan pada Proyek Rekonstruksi Jalan Stadion Kompleks Palaran**  
*Mochamad Gaharu Dida DEVEDO, Chalsi Mala SARI, Muhammad Ibadurrahman Arrasyid SUPRIYANTO*

**Peran Stakeholder pada Proyek Konstruksi yang Berbasis Integrated Project Delivery (IPD)**  
*Matris Muhammad IQBAL, Ariadi SUSANTO*

**Evaluasi Kinerja Proyek Kontruksi Berbasis Integrated Project Delivery (IPD) pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung (KCIC)**  
*Isnaini ANISAFITRI, Faiz Hamdi SUPRAHMAN*



## **Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)**

Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas berisi artikel-artikel ilmiah yang meliputi kajian di bidang teknik khususnya Teknik Sipil, seperti matematika teknik, mekanika teknik, analisis struktur, konstruksi baja, konstruksi beton, konstruksi kayu, konstruksi gelas, mekanika tanah, teknik pondasi, hidrologi, hidrolika, bangunan air, manajemen konstruksi, dinamika struktur, *earthquake engineering*, sistem dan rekayasa transportasi, ilmu ukur tanah, struktur bangunan sipil, rekayasa jalan raya, serta penelitian-penelitian lain yang terkait dengan bidang-bidang tersebut.

### **Penasihat :**

Rektor Universitas Katolik Santo Thomas

### **Ketua Penyunting (Editor in Chief) :**

Ir. Oloan Sitohang, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

### **Manajer Penyunting (Managing Editor):**

Reynaldo, S.T., M.Eng. (Universitas Katolik Santo Thomas)

### **Anggota Penyunting (Editorial Board):**

Dr.-Ing. Sofyan, S.T, M.T. (Universitas Malikussaleh)

Dr. Dwi Phalita Uphita (Pusat Riset Teknologi Transportasi, BRIN)

Samsuardi Batubara, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

### **Mitra Bestari (Peer Reviewer):**

Dr.Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng. (Universitas Lampung, Indonesia)

Ir. Binsar Silitonga, M.T. (Akademi Teknik Deli Serdang, Indonesia)

Budi Hasiholan, S.T., M.T., Ph.D (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)

Ir. Charles Sitindaon, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Erica Elice Uy (De La Salle University, Philippines)

Dr. Ernesto Silitonga, S.T, D.E.A. (Universitas Negeri Medan, Indonesia)

Prof. Dr-Ing. Johannes Tarigan (Universitas Sumatera Utara, Indonesia)

Dr. Linda Prasetyorini (Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia)

Ir. Martius Ginting, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Dr.Eng. Mia Wimala (Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia)

Dr.Eng. Minson Simatupang (Universitas Halu Oleo, Indonesia)

Dr. Mochamad Raditya Pradana (Worley)

Dr. Ir. Shirly Susanne Lumeno, S.T., M.T. (Universitas Negeri Manado, Indonesia)

Dr. Senot Sangadji (Universitas Sebelas Maret, Indonesia)

Ir. Simon Dertha, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Thi Nguyễn Cao (Tien Giang University, Viet Nam)

### **Ilustrator Sampul:**

Yulianto, ST., M.Eng (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

### **Penerbit & Alamat Redaksi:**

Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas

Jl. Setiabudi No. 479-F Tanjung Sari, Medan 20132

Telp. (061) 8210161 Fax : (061) 8213269

email : sipil@ust.ac.id

## Konten

<b>Perkuatan Struktur Bangunan Akibat Penurunan Mutu Beton dengan Metode Concrete Jacketing dan Fiber Reinforced Polymer (Studi Kasus)</b> <i>Martius GINTING, Yohanes SIBAGARIANG, Dandi Suwondo SITUMORANG</i>	hal. 1-15
<b>Uji Permeabilitas Tubuh Bendung dengan Metode Uji Packer Tunggal (Studi Kasus: Bendung PLTM XYZ)</b> <i>Samsuardi BATUBARA, Simon Dertha TARIGAN, Rina Firlia SARI</i>	17-31
<b>Pengaruh Penggantian Semen Dynamix dengan GGBFS pada Kuat Tekan Beton</b> <i>Titonik HIA, SYAHRIL</i>	33-38
<b>Pendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode USLE pada DAS Nongsa Kota Batam</b> <i>Muhammad Hakiem Sedo PUTRA, Muhammad Ridho ULYA</i>	39-49
<b>Analisis Kinerja Layanan Kapal Ferry Penumpang Samosir Menggunakan Metode Importance Performance Analysis</b> <i>Oloan SITOANG, Rini Tiofani P. SIDADOLOG, Reynaldo SIAHAAN</i>	51-60
<b>Tingkat Kepuasan Penumpang terhadap Kualitas Pelayanan Bandar Udara Internasional Kualanamu</b> <i>Charles SITINDAON, Holong SITUMORANG</i>	61-73
<b>Penilaian Tingkat Risiko Keterlambatan pada Proyek Rekonstruksi Jalan Stadion Kompleks Palaran</b> <i>Mochamad Gaharu Dida DEVEDO, Chalsi Mala SARI, Muhammad Ibadurrahman Arrasyid SUPRIYANTO</i>	75-86
<b>Peran Stakeholder pada Proyek Konstruksi yang Berbasis Integrated Project Delivery (IPD)</b> <i>Matris Muhammad IQBAL, Ariadi SUSANTO</i>	87-93
<b>Evaluasi Kinerja Proyek Kontruksi Berbasis Integrated Project Delivery (IPD) pada Proyek Kereta Cepat Jakarta-Bandung (KCIC)</b> <i>Isnaini ANISAFITRI, Faiz Hamdi SUPRAHMAN</i>	95-101

## **Pengantar Redaksi**

Di Volume 8 Nomor 1 ini telah diterbitkan sembilan yang telah melalui proses penyuntingan. Sembilan artikel tersebut terdiri dari berbagai topik, di antaranya Rekayasa Struktur, Material Konstruksi, Rekayasa Sumber Daya Air, Rekayasa Transportasi, Manajemen Konstruksi.

Pada artikel ke-1, Ginting dkk. menganalisis kekuatan struktur dengan menerapkan kekuatan concrete jacketing pada elemen kolom dan FRP pada elemen balok. Dalam artikel ke-2, Batubara dkk. melakukan investigasi terhadap tubuh bendung dan memberikan rekomendasi kekuatan berdasarkan hasil investigasi. Dalam artikel ke-3, Hia dan Syahril melakukan pengujian kuat tekan beton untuk mengganti semen dengan sisa pembakaran baja (GGBFS). Pada artikel ke-4, Putra dan Ulya menggunakan metode Universal Soil Loss Equation (USLE) untuk menganalisis tingkat erosi dan sedimentasi di DAS Nongsa, Kota Batam. Dalam artikel ke-5, Sitohang dkk. menganalisis tingkat kinerja layanan 6 jenis kapal ferry penumpang untuk transportasi penyeberangan Danau Toba. Dalam artikel ke-6, Sitindaon dan Situmorang meninjau ketersediaan ruang dan kepuasan akan fasilitas bangunan terminal Bandara Kualanamu di Deli Serdang. Pada artikel ke-7, Devedo dkk. mengaplikasikan metode analisis risiko berbasis matriks untuk penilaian tingkat risiko keterlambatan sebuah proyek rekonstruksi jalan. Artikel ke-8 dan ke-9 sama-sama mengulas tentang tema yang sedang berkembang dalam tema konstruksi ramping, yakni Integrated Project Delivery (IPD).

Salam hangat dan Salam sehat.

Medan, Juni 2025

Tim Editorial



**JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL**  
| Volume 8 | Nomor 1 | Juni 2025 |

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas  
<https://doi.org/10.54367>

