

SKRIPSI

**PREDIKSI PERUBAHAN ELEVASI DAN POLA DISTRIBUSI
SEDIMENTASI SECARA TEMPORAL BERBASIS DATA
DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DI JALUR
TONGKANG BATUBARA SUNGAI LILIN**

***PREDICTION OF ELEVATION CHANGES AND TEMPORAL
SEDIMENTATION DISTRIBUTION PATTERNS BASED
ON DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DATA
IN THE LILIN RIVER COAL BARGE ROUTE***



Lahi Raja Sihaloho

05101282125062

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SUMMARY

Lahi Raja Sihaloho. *Prediction of Elevation Changes and Temporal Sedimentation Distribution Patterns Based on Digital Elevation Model (DEM) Data in the Lilin River Coal Barge Route (Supervised by DWI SETYAWAN)*

The high intensity of coal barge transportation activity on the Lilin River has the potential to provide benefits as well as disadvantages for human life and the environment. However, this activity affects changes in riverbed elevation and sediment distribution. This study aims to determine the pattern of sediment distribution and elevation changes using HEC-RAS modeling based on spatial and temporal data on the Lilin River, Musi Banyuasin Regency. Primary data include cross-sectional geometry from DEM and GPS, sediment samples, and daily water discharge. Modeling uses the Bank Stability and Toe Erosion Model (BSTEM) with Transport Function Laursen (Copeland), Sorting Method Copeland (Ex7), and Fall Velocity Method Rubey. Analysis of dominant flow discharge shows maximum sediment accumulation at Station 1211,20 (+0,727 m) and the deepest erosion at Station 2912,50 (-0,607 m). Temporal analysis records 70% elevation transformation. There was a strong and significant correlation between barge frequency and elevation change, where every additional 10 barges/day caused an additional 0,12 m of degradation. Flow velocities ranged from 1,2– 3,6 m/s with bed shear stresses of 2,4–7,7 Pa.

Keyword : *Riverbed Elevation, HEC-RAS, Sedimentation, Coal Barging,*

RINGKASAN

Lahi Raja Sihaloho. Prediksi Perubahan Elevasi dan Distribusi Sedimentasi Secara Temporal Berbasis Data Digital Elevation Model (DEM) Di Jalur Tongkang Batubara Sungai Lilin (Dibimbing oleh **DWI SETYAWAN**)

Intensitas tinggi aktivitas transportasi tongkang batubara di Sungai Lilin berpotensi memberikan manfaat sekaligus kerugian bagi kehidupan manusia dan lingkungan. Akan tetapi, aktivitas ini memengaruhi perubahan elevasi dasar sungai dan distribusi sedimen. Penelitian ini bertujuan menentukan pola distribusi sedimen dan perubahan elevasi menggunakan pemodelan HEC-RAS berbasis data spasial dan temporal di Sungai Lilin, Kabupaten Musi Banyuasin. Data primer meliputi geometri penampang dari *DEM* dan *GPS*, sampel sedimen, serta debit air harian. Pemodelan menggunakan *Bank Stability and Toe Erosion Model* (BSTEM) dengan *Transport Function Laursen (Copeland)*, *Sorting Method Copeland (Ex7)*, dan *Fall Velocity Method Rubey*. Analisis debit aliran dominan menunjukkan penumpukan sedimen maksimum di Stasiun 1211.20 (+0,727 m) dan erosi terdalam di Stasiun 2912.50 (-0,607 m). Analisis temporal mencatat 70% transformasi elevasi. Terdapat korelasi kuat dan signifikan antara frekuensi tongkang dan perubahan elevasi, di mana setiap penambahan 10 tongkang/hari menyebabkan degradasi tambahan 0,12 m. Kecepatan aliran berkisar 1,2–3,6 m/s dengan tegangan geser dasar 2,4–7,7 Pa.

Kata Kunci : Elevasi Dasar Sungai, HEC-RAS, Sedimentasi, Tongkang Batubara,

SKRIPSI

PREDIKSI PERUBAHAN ELEVASI DAN POLA DISTRIBUSI SEDIMENTASI SECARA TEMPORAL BERBASIS DATA DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DI JALUR TONGKANG BATUBARA SUNGAI LILIN

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Pertanian Pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**



Lahi Raja Sihaloho

05101282125062

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI PERUBAHAN ELEVASI DAN POLA DISTRIBUSI SEDIMENTASI SECARA TEMPORAL BERBASIS DATA DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DI JALUR TONGKANG BATUBARA SUNGAI LILIN

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Lahi Raja Sihalo
05101282126062

Indralaya, Juli 2025
Pembimbing


Dr. Ir. Dwi Setyawan, M.Sc
NIP. 196402261989031004

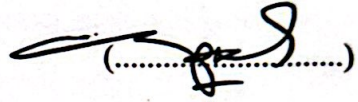
Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul “ Prediksi Perubahan Elevasi dan Distribusi Sedimentasi Berbasis Data Digital Elevation Model (DEM) Secara Temporal Di Jalur Tongkang Batubara Sungai Lilin” oleh Lahi Raja Sihalohe telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juli 2025 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

- | | | | |
|----|--|------------|--|
| 1. | Dr. Ir. Dwi Setyawan, M.Sc
NIP. 196402261989031004 | Ketua | () |
| 2. | Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T.
NIP. 196808291993031002 | Sekretaris | () |
| 3. | Dr. Ir. A. Napoleon, M.P.
NIP. 196204211990031002 | Penguji | () |

Indralaya, 24 Juli 2025

Ketua Jurusan Tanah



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lahi Raja Sihaloho

NIM : 05101282126062

Judul : Prediksi Perubahan Elevasi dan Distribusi Sedimentasi Berbasis Data Digital Elevation Model (DEM) Secara Temporal Di Jalur Tongkang Batubara Sungai Lilin.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2025



Lahi Raja Sihaloho

RIWAYAT HIDUP

Penulis skripsi ini bernama Lahi Raja Sihaloho, yang lahir di Medan, Sumatera Utara pada tanggal 26 September 2000. Penulis merupakan anak ketujuh dari tujuh bersaudara dan terlahir dari pasangan Bapak Gayus Sihaloho dan ibu Mintauli Simbolon.

Penulis memulai jenjang pendidikannya di Sekolah Dasar Negeri 106162 Medan Estate pada 2007 dan lulus pada 2013. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP N 12 Medan pada 2013 dan lulus pada 2016. Kemudian penulis melanjutkan jenjang pendidikannya ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 3 Medan pada 2016 dan lulus pada 2019. Setelah lulus SMA, penulis mengikuti Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan diterima sebagai mahasiswa di Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian Program Studi Ilmu Tanah. Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis pernah aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HIMILTA). Selain itu penulis juga pernah mengikuti program dari KEMENDIKBUD RI yaitu Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) ke Banyuasin, Sumatera Selatan selama satu semester di 2024. Selain itu penulis juga pernah melakukan magang di PT. Perkebunan Nusantara 1 Pagaram.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul ” Prediksi Perubahan Elevasi dan Distribusi Sedimentasi Berbasis Data Digital Elevation Model (DEM) Secara Temporal Di Jalur Tongkang Batubara Sungai Lilin”.

Penulisan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, doa, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis, Bapak Gayus Sihaloho dan Ibu Mintauli Simbolon yang tiada hentinya memberikan dukungan, cinta, dan doa yang tiada putusnya atas apa yang semua penulis lakukan serta yang selalu mengusahakan untuk semua hal, baik moril maupun materi untuk penulis. Walau rumah ini memiliki cara yang berbeda dalam menunjukkan cinta dan kasih sayangnnya dari rumah-rumah yang lain. Tetapi inilah yang menjadi alasan penulis bisa sampai di titik sekarang ini.
2. Kepada ketiga kakak penulis, Restiyen Martha Sihaloho, Rumondang Santa Sihaloho, dan Roy Binsar Sihaloho, yang selalu bisa menjadi tempat pulang untuk penulis baik saat sedih maupun senang, yang menjadi salah satu alasan penulis bertahan sampai titik ini.
3. Bapak Dr. Ir. Dwi Setyawan, M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sangat sabar dan tulus dalam memberikan bimbingan, motivasi, dan masukan kepada penulis layaknya orang tua penulis sendiri.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T. Selaku ketua Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan dukungan dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian ini.
5. Bapak Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.P. Selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan, masukan, dan koreksi berharga kepada penulis demi penyempurnaan skripsi ini.

6. Seluruh jajaran Dosen dan Staff Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, atas ilmu, dan dukungan, serta layanan yang diberikan selama penulis menjalani perkuliahan.
7. Bapak Gregorius Ansgarius selaku Manajer Port PT. Baturona Adimulya, Bapak Helmi Rizal, Bapak Tugiman dan Bapak Evi Yulhendra yang telah memberi izin, mendampingi, serta membantu selama penelitian di PT Baturona Adimulya.
8. Kepada Annisa, Abol, Ami, Rintan, Zaky, dan Zahid teman-teman sebangkungan penulis, yang telah saling membantu dan saling memberikan dukungan selama penelitian ini, serta penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.
9. Kepada sahabat penulis yang sudah seperti keluarga penulis sendiri Regita, Fikri, Wilna, Widi, Vivian, Revi, Artika, Roby dan Ferdo yang selalu ada membersamai penulis selama program Magang dan Studi Independen Bersertifikat.
10. Kepada Wahyu, Nael, Mawan, Gilang, Owen, Hipo, Steven, Gratio, kiskus, Ias dan Gopin yang memiliki tempat tersendiri di hati dan pengalaman penulis, yang membuktikan bahwa keluarga itu tak harus sedarah, dan yang selalu membersamai penulis.
11. Kepada Keluarga Besar Isba dan Halodoc Fc yang telah menjadi keluarga bagi penulis yang selalu memberi semangat dan memberikan warna untuk semua hal yang penulis sampaikan.
12. Kepada Angkatan 21 Ilmu Tanah dan seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebut satu persatu telah memberikan dukungan kepada penulis.
13. Kepada pemilik Nim 05101282025028 yang saat ini bersama penulis. Terimakasih telah selalu hadir dan memberikan cerita baru dalam masa perkuliahan penulis. Terimakasih sudah selalu mengusahakan, menghibur, memberikan semangat, waktu, tenaga, serta pikiran kepada penulis selama ini.

Indralaya, Juli 2025

Lahi Raja Sihaloho

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daerah Aliran Sungai	4
2.2 Sedimen dan Sedimentasi.....	5
2.2.1. Pengertian Sedimen dan Sedimentasi	5
2.2.2. Proses Sedimen.....	7
2.2.3. Angkutan Sedimen Transport Sedimen	8
2.2.4 Agradasi dan Degradasi	9
2.3 Perubahan Elevasi Sungai	10
2.4 Tongkang Batubara	11
2.5 Permodelan <i>Hec-Ras</i>	13
2.5.1 Data <i>Digital Elevation Model</i> (DEM)	14
2.5.2 <i>Cross Section Generation</i>	15
2.5.3 <i>Manning's Roughness Coefficient</i> dan <i>Boundary Conditions Setup</i>	15
2.5.4 <i>Steady and Unsteady Flow Analysis</i>	16
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu	17
3.1.1 Kondisi Eksisting Penelitian.....	17
3.2 Bahan dan Metode.....	19
3.2.1 Alat dan Bahan.....	19
3.2.2 Metode Penelitian	19
3.2.3 Cara Kerja.....	19
3.2.3.1 Persiapan Penelitian Persiapan.....	20

3.2.3.2	Pemodelan Alur Sungai dan Penampang Sungai	21
3.2.3.3	Pengukuran Debit Air	21
3.2.3.4	Permodelan Distribusi Sedimen	21
3.2.3.5	Analisa Sedimen Laboratorium	21
3.2.3.6	Analisis Data	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Eksisting Luas Penampangan Sungai	25
4.2.1	Kondisi Hulu Sungai	27
4.2.2	Kondisi Tengah	27
4.2.3	Kondisi Hilir Sungai	28
4.2	Analisis Debit Air	30
4.3	Bed Gradation Sediment	31
4.4	Perubahan Elevasi Sungai	32
4.5	Distribusi Sedimen Sungai	35
4.6	Sebaran Partikel Akibat Arus Sungai	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1.	Kesimpulan	43
5.2.	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN		49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Agradasi Dan Degradasi	9
Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian	17
Gambar 3.2. Profile Penampang Sungai Lilin	18
Gambar 3.3. Skema Penelitian	20
Gambar 4.1. Penampang di <i>Cross Section</i> 5180 dan 4046	27
Gambar 4.2. <i>Cross Section</i> di 3479 dan 2345	28
Gambar 4.3. <i>Cross Section</i> di 1211 dan 77	29
Gambar 4.4. Data Debit Air	30
Gambar 4.5. Perubahan elevasi 30 Hari	33
Gambar 4.6. Data Distribusi Sedimen	36
Gambar 4.7. <i>Velocity</i> Sungai Lilin	39
Gambar 4.8. Grafik <i>Shear Stress</i>	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. <i>Cross Section</i> Sungai Lilin.....	25
Tabel 4.2. Perubahan Elevasi Sungai	33
Tabel 4.3. Distribusi Sedimen Sungai Lilin.....	35
Tabel 4.4. <i>Velocity</i> Sungai lilin.....	38
Tabel 4.5. <i>Shear Stress</i> Sungai Lilin.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sedimentasi merupakan proses alamiah pengendapan material batuan yang diangkut oleh air atau angin dari hasil erosi hingga mencapai sungai, danau, dan laut. Oleh karena itu, prediksi laju sedimentasi menjadi dasar penting dalam perencanaan bangunan hidraulik dan pengelolaan masalah sungai. Namun demikian, sedimentasi berlebih dapat menimbulkan dampak negatif seperti pengurangan kedalaman sungai, penurunan kapasitas tampang, dan peningkatan risiko banjir serta penurunan kualitas air (Roby dan Yayuk, 2016). Di muara sungai, endapan yang terakumulasi dalam jangka panjang dapat mengubah topografi, menambah atau mengurangi daratan, dan mempengaruhi ekosistem flora fauna di sekitarnya (Hambali dan Apriyanti, 2016).

Arus sungai memiliki korelasi langsung dengan ukuran partikel sedimen dan besaran debit aliran yang mempengaruhi proses sedimentasi di hulu sungai. Debit aliran sungai dipengaruhi oleh siklus hidrologi, terutama curah hujan, dan dapat diukur menggunakan current meter dengan velocity method (Phelia dan Sinia, 2021). Dengan demikian, analisis angkutan sedimen memerlukan data kecepatan aliran karena kombinasi perubahan parameter saluran akan mempengaruhi kecepatan dan menentukan karakteristik aliran (Junaidi, 2014).

Dalam konteks yang lebih luas, sungai berfungsi sebagai jalur utama pengaliran air dan pengangkutan sedimen dari daerah aliran sungai (DAS) (Kusuma dan Lestari, 2021). Pengelolaan DAS berdasarkan PP No. 37 tahun 2012 merupakan strategi mengatur keseimbangan sumber daya alam dan aktivitas manusia untuk mewujudkan kelestarian ekosistem dan pemanfaatan berkelanjutan (Lestari *et al.*, 2018).

Seiring dengan peningkatan aktivitas ekonomi di perairan, transportasi tongkang menjadi solusi ekonomis dan ramah lingkungan untuk mengangkut komoditas curah seperti batu bara melalui jalur perairan. Akan tetapi, operasional tongkang menghadapi tantangan kompleks akibat fluktuasi pasang surut yang membatasi navigasi kapal berdraft besar (Science, 2019). Fenomena pasang surut

tidak hanya mempengaruhi navigasi tetapi juga mengubah pola distribusi sedimen dan elevasi di perairan sungai (Du *et al.*, 2015).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji permasalahan sedimentasi sungai dengan berbagai pendekatan. Penelitian yang dilakukan oleh (Wuaya *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa angkutan sedimen pada Sungai Tondano telah melebihi batas toleransi sebesar 2.080-3.250 ton/km²/tahun sehingga mempengaruhi kondisi morfologi. Namun, penelitian tersebut belum menganalisis perubahan elevasi dasar sungai akibat sedimentasi. Sementara itu, penelitian (Basim *et al.*, 2020) pada Sungai Al-Gharraf menunjukkan pengendapan sedimen berkisar antara 2-9 cm dengan debit sedimen antara 33-970 ton/hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa analisis perubahan elevasi dasar sungai akibat sedimentasi masih menjadi gap penelitian yang perlu dikaji lebih mendalam.

Untuk menganalisis perubahan pola sedimentasi dan dasar elevasi tersebut, dibutuhkan pendekatan melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) yang merupakan prosedur terkomputerisasi untuk menampilkan, menyimpan, menganalisis, dan memproses data spasial. Data geometri sungai dapat diperoleh dari SRTM untuk resolusi rendah atau pengukuran terestris untuk kualitas tinggi. Integrasi SIG dengan penginderaan jauh dan perangkat lunak analisis hidrologi memberikan kemudahan dalam pemodelan (Tambunan dan Santosa, 2018).

Sebagai pelengkap analisis spasial, pemodelan HEC-RAS merupakan tools hidraulika penting untuk analisis kapasitas tampung sungai dan simulasi aliran dalam berbagai kondisi. Model ini menggabungkan data geometris sungai dan debit aliran untuk menghasilkan simulasi akurat yang membantu mengidentifikasi titik-titik kritis sepanjang sungai (Brunner, 2016).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi perubahan elevasi dan distribusi sedimentasi pada jalur tongkang batubara melalui pendekatan spasial berbasis Data Elevation Model (DEM) dan pemodelan HEC-RAS di PT. Baturona Adimulyo.

1.2 Rumusan Masalah

Aktivitas transportasi batubara menggunakan tongkang di Sungai Lilin berpotensi mengubah morfologi sungai, terutama elevasi dasar dan pola

sedimentasi yang berdampak pada kedalaman jalur pelayaran. Oleh karena itu, pemodelan HEC-RAS berbasis data Digital Elevation Model (DEM) perlu dikembangkan untuk menganalisis perubahan elevasi dan visualisasi pola sedimentasi secara temporal. Hasil pemodelan akan menampilkan dampak potensial terhadap operasional tongkang batubara, sehingga dapat dirumuskan strategi pengelolaan yang tepat untuk menjamin keberlanjutan aktivitas transportasi di PT Baturona Adimulya. Berdasarkan kajian ini, pertanyaan riset yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh distribusi sedimentasi akibat jalur tongkang batubara terhadap perubahan elevasi berdasarkan data DEM?
2. Apa peran debit air sungai dan tinggi muka air terhadap analisis menggunakan Hec-Ras pada perubahan elevasi berdasarkan data DEM?

1.3 Tujuan

1. Untuk menentukan pola distribusi sedimentasi terhadap perubahan elevasi di jalur tongkang batubara.
2. Menentukan analisis permodelan Hec-Ras untuk mengetahui hubungan antara debit air sungai, tinggi muka air terhadap distribusi sedimentasi di jalur tongkang batubara.

1.4 Manfaat

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pola distribusi sedimentasi dan perubahan elevasi di jalur tongkang batubara untuk meminimalisir aggradasi dan titik kritis di daerah aliran sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F. R., Ikhsan, C., dan Suyanto 2017. Analisis tegangan geser pada sudetan Wonosari Sungai Bengawan Solo. *Matriks Teknik Sipil*, 5(1), 289–296. <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/download>
- Artia, & Fatima, S. 2018. Analisis karakteristik sedimen dan laju sedimentasi Sungai Walanae Kabupaten Wajo. In *Skripsi Sarjana Tidak Dipublikasikan*. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Aziza, S. N., Somantri, L., dan Setiawan, I. 2021. Analisis pemetaan tingkat rawan banjir di Kecamatan Bontang Barat Kota Bontang berbasis sistem informasi geografis. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 9(2), 109–120.
- Basim, S. A., Daham, M. H., dan Abed, B. S. 2020. *Simulation of Sediment Transport in the Upper Reach of Al-Gharraf River*. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 901, Issue 1, p. 12012).
- Baxter, T., Coombes, M., dan Viles, H. 2022. No evidence that seaweed cover enhances the deterioration of natural cement-based mortar in intertidal environments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 47(15), 3453–3464. <https://doi.org/10.1002/esp.5467>
- Brunner, G. W. 2016. *HEC-RAS River Analysis System: Hydraulic Reference Manual (Version 5.0)*. US Army Corps of Engineers.
- Brunner, G. W. 2021. *HEC-RAS River Analysis System: Hydraulic Reference Manual Version 6.0*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- Cerrillo-Escoriza, J., Lobo, F. J., Puga-Bernabéu, Bárcenas, P., Mendes, I., Pérez-Asensio, J. N., Durán, R., Andersen, T. J., Carrión-Torrente, García, M., López-Quirós, A., Luján, M., Mena, A., Sánchez-Guillamón, O., dan Sánchez, M. J. 2024. Variable downcanyon morphology controlling the recent activity of shelf-incised submarine canyons (Alboran Sea, western Mediterranean). *Geomorphology*, 453(August2023). <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109127>
- Clark, D. R., Miller, J. A., dan Thompson, B. K. 2018. Regional economic impacts of river channel restrictions on coal transportation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 119, 134–149.
- Du, Y. Q., Chen, Q. S., Lam, J. S. L., Xu, Y., dan Cao, J. X. 2015. Modeling the impacts of tides and the virtual arrival policy in berth allocation. *Transportation Science*, 49(4), 939–956.
- Edamo, M. L., Hatiye, S. D., Minda, T. T., & Ukumo, T. Y. 2024. Pemetaan genangan dan risiko banjir pada skenario perubahan iklim di Cekungan Sungai Awash bawah, Ethiopia. *Environmental Challenges*, 14, 100815.
- Fasdarsyah 2016. Analisis karakteristik sedimen dasar sungai terhadap parameter

- kedalaman. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh*.
- Fleit, G., dan Baranya, S. 2020. *A practical framework to assess the hydrodynamic impact of ship waves on river banks*. *River Research and Applications*, 36(9), 1428–1442.
- Gibson, S., dan Boyd, P. 2015. *Pemodelan alternatif jangka panjang untuk manajemen sedimen berkelanjutan menggunakan aturan transpor sedimen operasional BT - Reservoir Sedimentation* (pp. 229–236).
- Guo, Y., Li, C., Wang, C., Xu, J., Jin, C., dan Yang, S. 2021. *Sediment Routing and Anthropogenic Impact in the Huanghe River Catchment, China: An Investigation Using Nd Isotopes of River Sediments*. *Water Resources Research*, 57(9), 1–14. <https://doi.org/10.1029/2020WR028444>
- Hambali, R., dan Apriyanti, Y. 2016. *Studi karakteristik sedimen dan laju sedimentasi Sungai Daeng-Kabupaten Bangka Barat*. Universitas Bangka Belitung.
- Holtrop, J., dan Mennen, G. G. J. 2018. *An approximate power prediction method for inland waterway vessels*. *International Shipbuilding Progress*, 65(2), 85–104.
- Johnson, K. M., Williams, R. A., Davis, P. L., dan Thompson, S. R. 2024. *Morphological response patterns in river systems: Long-term implications of aggradation and degradation processes*. *Geomorphology*, 445, 108976.
- Johnson, L. K., dan Peterson, D. R. 2017. *Morphological impacts of commercial barge traffic on river channel systems*. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42(13), 2134–2148.
- Junaidi, F. F. 2014. *Analisis distribusi kecepatan aliran Sungai Musi (ruas Jembatan Ampera sampai dengan Pulau Kemaro)*. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 542–552.
- Kumar, M., Singh, S. K., Kundu, A., Tyagi, K., dan Jain, S. K. 2019. *Pengembangan model HEC-RAS untuk simulasi aliran sungai menggunakan penampang melintang sungai hasil ekstraksi MED*. *Water Resources Management*, 33(12), 4043–4057.
- Kumar, V., dan Singh, P. 2020. *Human interventions and climate change effects on river channel dynamics: A review of coal transportation implications*. *Environmental Earth Sciences*, 79(12), 1–18.
- Kusuma, C. E., dan Lestari, F. 2021. *Perhitungan daya dukung tiang pancang proyek penambahan line conveyor batubara unit pelaksanaan pembangkitan Sebalang*. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 44–50.
- Latief, R., Barkey, R. A., dan Suhaeb, M. I. 2021. *Perubahan penggunaan lahan terhadap banjir di kawasan Daerah Aliran Sungai Maros*. *Urban and Regional Studies Journal*, 3(2).
- Lestari, F., Setiawan, R., dan Pratiwi, D. 2018. *Perhitungan dimensi seawall menggunakan Lazarus*. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1118–1124.

- Liu, H., dan Chen, M. 2018. *Economic impacts of river channel dynamics on coal transportation logistics. Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 95, 492–507.
- Martinez, A., Rodriguez, C., dan Lee, K. H. 2023. *Hydrodynamic modifications in river channels: Consequences of bed elevation changes on flow characteristics. Journal of Hydraulic Engineering*, 149(8), 4023034.
- Martinez, C. A., dan Rodriguez, P. L. 2019. *Experimental analysis of threshold conditions for aggradation-degradation transitions in alluvial channels. Journal of Hydraulic Research*, 57(4), 503–516.
- Miller, J. R., dan Davis, K. L. 2019. *Mining impacts on sediment budgets and channel aggradation in coal transportation waterways. Geomorphology*, 328, 45–58.
- Murphy, S. M., Thompson, K. L., dan Garcia, R. A. 2019. *Statistical framework for defining impact zones of navigation activities in riverine ecosystems. Environmental Monitoring and Assessment*, 191(12), 748.
- Pane, Suprayogi, dan Sabri. 2020. *Analisis pengaruh perubahan tutupan lahan Daerah Aliran Sungai tahun 2013 dan 2018 terhadap peningkatan debit puncak Sungai Kaligarang. Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 325–334.
- Patel, D. P., Ramirez, J. A., Srivastava, P. K., Bray, M., dan Han, D. 2018. *Penilaian pemetaan genangan banjir kota Surat melalui pemodelan hidrodinamik 1D/2D terpasang: Aplikasi kasus HEC-RAS 5 yang baru. Natural Hazards*, 89(1), 93–130.
- Pfeiffer, A. M. 2019. *River bed elevation variability reflects sediment supply, rather than peak flows, in the uplands of Washington State. Water Resources Research*, 55(11), 9582–9599.
- Phelia, A., dan Sinia, R. O. 2021. *Skenario pengembangan fasilitas sistem pengolahan sampah dengan pendekatan cost benefit analysis di Kelurahan Kedamaian Kota Bandar Lampung. Jurnal Serambi Engineering*, 6(1).
- Prasetyo, D., Dermawan, V., dan Primantyo, A. H. 2015. *Kajian penanganan sedimentasi sungai banjir kanal barat Kota Semarang. Jurnal Teknik Pengairan*, 6(1), 76–87.
- Puteri, M. F. D., Putra, Y. S., dan Adriat, R. 2019. *Penentuan debit aliran di muara Sungai Pawan Kabupaten Ketapang berdasarkan parameter kecepatan arus dan kedalaman sungai. Prisma Fisika*, 7(3), 326–330.
- Qoyyim, M., Wahidin, W., Taufiq, M., Imron, I., dan Feriska, Y. 2021. *Kajian Aspek Pengendalian Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Babakan Kabupaten Brebes. Infratech Building Journal*, 2(2), 89–97.
- Riedel, B., Pöppel, R., Keesstra, S., dan Cerdà, A. 2015. *Topo-bathymetric LiDAR for monitoring river morphodynamics and instream habitats—A case study at the Pielach River. Remote Sensing*, 7(5), 6160–6195.
- Roby, H., dan Yayuk, A. 2016. *Studi karakteristik sedimen dan laju sedimentasi*

- Sungai Daeng Kabupaten Bangka Barat. Jurnal Fropil, 4(2), 165–175.*
- Rofidah. 2022. *Analisis pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit puncak Sub DAS Kali Dengkeng tahun 2010 dan 2020. Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- Rosmalasari, T. D., Lestari, M. A., Dewantoro, F., dan Russel, E. 2020. *Pengembangan e-marketing sebagai sistem informasi layanan pelanggan pada Mega Florist Bandar Lampung. Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS), 1(1), 27–32.*
- Samaila, M. A., dan Tamrin, R. 2024. *Perkiraan Kapasitas Tampung Sungai Sebagai Respon Terhadap Debit Banjir : Studi Kasus Sungai Klawasi. 10(1).*
- Science, E. 2019. *The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore: A simulation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 365(1), 12054. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012054>*
- Serastiwati, Subaedah, S., dan Syam, N. 2020. *Analisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap hidrolisis DAS Pamukkulu Sulawesi Selatan. AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian, 4(1), 62–76.*
- Silva, M., Rodriguez, A., Thompson, C., dan Wang, Z. 2022. *Anthropogenic controls on river channel aggradation and degradation: A global synthesis. Earth Surface Processes and Landforms, 47(12), 2890–2908.*
- Simons, R. R., Dekker, F., dan Wijdeven, J. 2019. *Critical infrastructure analysis for inland waterway networks. Reliability Engineering and System Safety, 188, 252–262.*
- Song, L., Li, Y., dan Chen, X. 2023. *Modeling sediment resuspension and transport processes induced by propeller wash from ship traffic. Journal of Hydraulic Engineering, 149(5), 4023015.*
- Tambunan, S. B. R., dan Santosa, P. B. 2018. *Progo watershed delineation and river network analysis using SRTM DEM and contour DEM hypsography of RBI 1:25000.*
- Taylor, M. K., Anderson, D. R., dan Johnson, S. L. 2021. *Emerging technologies in river channel management for coal transportation systems. Smart and Sustainable Built Environment, 10(3), 387–402.*
- Thompson, A. L., dan Johnson, R. K. 2020. *Integrated channel management strategies for sustainable coal transportation. Journal of Transport Geography, 88, 102847.*
- Turner, P. R., dan White, L. K. 2021. *Long-term sustainability considerations for coal transportation through river systems. Sustainability, 13(12), 6847.*
- Wang, Y., Li, Z., dan Chen, X. 2019. *Coal transportation through inland waterways: Economic and environmental analysis of major river systems. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 73, 92–108.*

- Wang, Z., Liu, X., Chen, M., dan Zhang, L. 2024. *Feedback mechanisms in river morphodynamics: Coupling between flow hydrodynamics and channel evolution*. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 129(5), e2023JF007234.
- Wardheni, A., Satriadi, A., dan Atmodjo, W. 2014. *Studi arus dan sebaran sedimen dasar di perairan pantai Larangan Kabupaten Tegal*. *Jurnal Oseanografi*, 3, 277–283.
- Wiadnyana, D. M., Subagiada, K., dan Natalisanto, A. I. 2019. *Hubungan tinggi muka air dan debit aliran Sungai Karang Mumus di lokasi Desa Pampang Kota Samarinda*. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 2(2), 1–7.
- Wismarini, T. D., Ningsih, D. H. U., dan Amin, F. 2011. *Metode Perkiraan Laju Aliran Puncak (Debit Air) sebagai Dasar Analisis Sistem Drainase di Daerah Aliran Sungai Wilayah Semarang Berbantuan SIG*. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 16(2), 124–132.
- Wuaya, Y., Koagouw, Y., Mananoma, T., Swingly, J., dan Sumarauw, F. 2021. *Analisis Transpor Sedimen Pada Sungai Tondano Ruas Kairagi - Singkil*. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1.
- Zhao, K., Jin, J. G., Zhang, D., Ji, S., dan Lee, D. H. (2023). *A variable neighborhood search heuristic for real-time barge scheduling in a river-to-sea channel with tidal restrictions*. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 179(August), 103280. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103280>