

REGULASI MAINTENANCE KETEBALAN SEDIMENTASI DAN ANALISIS SEBARAN KOLAM RETENSU ROLAK 70

Markhaban Siswanto ¹, Susanto Hidayat ², Erni Yulianti ³,

*¹Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia
Email : markhabansiswanto@gmail.com*

*²Jurusan Magister Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia
Email : susantohidayatsu@gmail.com*

*³Jurusan Magister Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia
Email : erniyulianti00@gmail.com*

ABSTRAK

Sebaran sedimentasi sangat berpengaruh pada penyebaran arus. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui pola penyebaran sedimen yang terjadi. Hasil dari simulasi penyebaran sedimen ini adalah pola sebaran sedimen dengan kondisi saat Sungai mengalami debit puncak di tahun 2022 dan perubahan dasar Perairan. Pada simulasi transpor sedimen ini dipilih modul transpor sedimen karena di wilayah ini memiliki ukuran butir D50 dengan menghitung total load bed thickness sedimen. Sebelumnya, dilakukan pengambilan pada sepuluh titik sampel tanah dasar Sungai pada daerah studi. Diambil rata-rata nilai butiran sedimen untuk memudahkan simulasi transpor sedimen. Hasil dari simulasi moden sedimen pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.

kata kunci: ketebalan sedimentasi, maintenance, analisis volume sebaran

1. PENDAHULUAN

Dengan adanya gunung berapi dan hujan di lereng gunung menyebabkan regulasi maintenance di rolak 70 menjadi pengawasan yang cukup intensip dan berkala karena berkaitan dengan kelangsungan kolam retensi yang berfungsi mengendalikan penampang DAS supaya tidak terjadi oper toping serta sebagai stabilisasi penjagaan bahaya banjir dari segi perawatan sehingga dibutuhkan telusur serta mengidentifikasi dimana gejala perbaikan serta maintenance jangan sampai terjadi melebihi dari batas wajar serta menjadi sebab terjadinya banjir di sekitar wilayah DAS di bawahnya khusus kali conto dan permukiman serta persawahan yang memproduksi menjadi andalan penghasilan pertanian sebagai pendapatan mutlak dan dinanti keberhasilannya. Dalam Mengendalikan dan memelihara DAS menjadi lebih efektif dan efisien terkendali dengan pembinaan serta penelusuran ke jalur dan terdampak. Hal yang terjadi di jalur DAS pemeliharaan dibutuhkan peran semua pihak yang terkait dan terakumulasi dengan tugas jajaran terkait. Tim Pembersihan rumput serta normalisasi dari ketebalan yang ada di kolam retensi. Dari metodologi yang dilakukan dibutuhkan koordinasi yang handal serta terkoneksi dengan aturan dan pelaporan berkala sehingga telusur menjadi evaluasi dan maintenance berkesinambungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Hasil analisa pemodelan lengkung kapasitas tampungan kolam retensi rolak 70

Lengkung kapasitas waduk merupakan sebuah grafik yang menghubungkan luas daerah genangan dengan volume tampungan terhadap elevasinya. Sesuai dengan fungsi utama waduk yang menyediakan tampungan air, maka ciri fisik utama adalah kapasitas tampungannya. Kapasitas waduk yang mempunyai bentuk beraturan dan dapat dihitung dengan rumus perhitungan volume benda padat. Dalam kondisi alami di lapangan maka kapasitas waduk harus dihitung dengan pengukuran topografi. Lengkung kapasitas dibentuk dengan cara mengukur luas yang diapit oleh tiap-tiap garis kontur. Kumulatif dari lengkung luas dan elevasi tersebut merupakan lengkung kapasitas waduk. Pertambahan tampungan antara dua elevasi dihitung dengan mengalikan luas rata-rata pada elevasi tersebut dengan perbedaan kedua elevasinya. Akumulasi seluruh pertambahan disuatu elevasi tertentu merupakan volume tampungan waduk pada elevasi tersebut.

Dalam penelitian ini model lengkung kapasitas dilakukan dengan berbasis Jaringan tidak beraturan triangulasi (TIN) 3D. Jaringan tidak beraturan triangulasi (TIN) adalah bentuk data geografis digital berbasis vektor yang dibangun dengan melakukan triangulasi sekumpulan simpul. Sambungan titik-titik dengan serangkaian sisi membentuk jaringan segitiga. Permukaan TIN dapat dibuat dari data vektor, data raster, dan kumpulan data topografi atau hidrometri aktual.

Tabel 1. Lengkung Kapasitas Tampung Rolak 70

No	Elevasi Awal (m)	H (m)	Luas Genangan		Volume Tampungan (m ³)
			(m ²)	(Ha)	
1	56	0.00	-	-	-
2	57	1.00	55,797.50	5.58	52,377.99
3	58	2.00	62,939.41	6.29	111,500.51
4	59	3.00	71,745.46	7.17	178,560.19
5	60	4.00	81,073.08	8.11	254,425.75
6	61	5.00	144,562.46	14.46	390,734.67
7	62	6.00	159,342.85	15.93	540,125.34
8	63	7.00	180,425.94	18.04	710,587.99
9	64	8.00	193,050.26	19.31	891,223.30
10	65	9.00	203,847.40	20.38	1,082,121.95
11	66	10.00	213,850.39	21.39	1,280,789.43

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Pada analisa perhitungan di dapat hasil nilai lengkung kapasitas Kolam Retensi Rolak 70 Kali Besuk dengan volume tampungan minimum 52,377.99 m³ pada elevasi +58 m dan volume tampungan minimum 1,280,789.43m³ pada elevasi +66 m. Dengan dasar lengkung kapasitas diatas dan debit banjir yang terjadi di Bangunan Rolak 70 akan dilakukan penelusuran banjir (*flood routing*).

Penelusuran banjir (*flood routing*) melalui rolak 70

Penelusuran banjir dapat juga di artikan sebagai penyelidikan perjalanan banjir (*flood tracing*).yang didefinisikan sebagai upaya prakiraan corak banjir pada bagian hilir berdasarkan corak banjir di daerah hulu (*sumbernya*). Oleh karena itu dalam kajian penelusuran banjir (*flood routing*) dan penyelidikan banjir (*flood tracing*) digunakan untuk peramalan banjir dan pengendalian banjir.

Penelusuran banjir dapat diterapkan atau dilakukan melalui / lewat dua bentuk kondisi hidrologi, yaitu lewat palung sungai dan waduk. Penelusuran banjir lewat waduk hasil yang diperoleh dapat lebih eksak (akurat) karena penampungannya adalah fungsi langsung dari aliran keluar (*outflow*). Dalam kajian ini penelusuran banjir dilakukan lewat pelimpah Rolak 70.

Untuk hasil analisis penelusuran banjir (*flood routing*) ini disajikan untuk debit banjir kala ulang 25 tahun, dan selebihnya untuk hasil akhir dengan perhitungan yang sama di sajikan dalam kesimpulan.

3. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simulasi numerik untuk menganalisis ketebalan dan sebaran sedimentasi di Kolam Retensi Rolak 70. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis melalui pengumpulan data lapangan, pengolahan data spasial, dan pemodelan hidrodinamika dan sedimentasi.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kolam Retensi Rolak 70, Kabupaten Jombang, Jawa Timur, yang merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Konto. Pengambilan data lapangan dan simulasi dilakukan pada tahun 2023.

Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua jenis data:

- Data Primer:

- a. Survei langsung di lapangan untuk mengidentifikasi kondisi geomorfologi dan arus di lokasi.
- b. Pengambilan sampel tanah sedimen di 10 titik lokasi berbeda di dasar sungai.
- c. Pengukuran ukuran butir sedimen (D50) melalui uji laboratorium.

b) Data Sekunder:

- a. Peta topografi kawasan Kolam Retensi Rolak 70.
- b. Data debit puncak sungai tahun 2022.
- c. Data historis elevasi dasar perairan.

Pengolahan data dan analisis

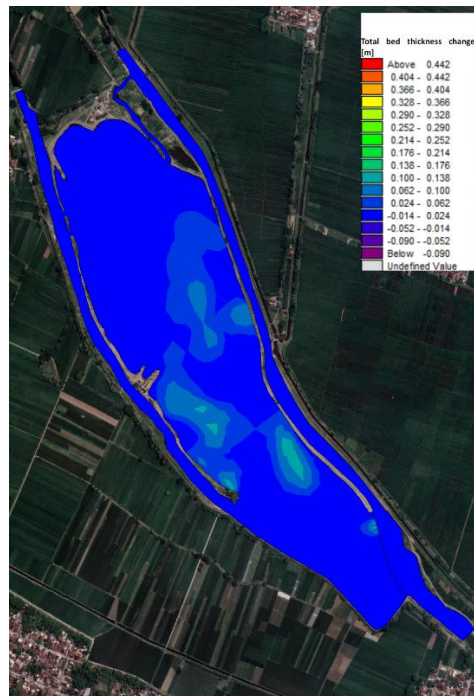
- a) Analisis Volume Tampungan: Perhitungan volume tampungan kolam dilakukan berdasarkan lengkung kapasitas elevasi-volume. Perhitungan menggunakan metode TIN (Triangulated Irregular Network) dari data kontur untuk menghitung luas genangan dan volume tampungan antara elevasi +56 m hingga +66 m.
- b) Simulasi Sebaran Sedimentasi : Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak MIKE 21. Modul transportasi sedimen digunakan untuk memodelkan bed thickness change selama 4 minggu simulasi berdasarkan input:
 - a. Debit aliran puncak
 - b. Ukuran butir sedimen D50
 - c. Data morfologi dasar perairan
- d. Simulasi dijalankan dalam skenario mingguan untuk mengetahui dinamika perubahan ketebalan sedimen dan sebarannya dari hulu hingga hilir kolam.
- c) Penelusuran Banjir (Flood Routing): Untuk mengetahui efek pengendapan terhadap kapasitas hidraulik, dilakukan analisis flood routing menggunakan pendekatan routing melalui waduk (storage routing) berdasarkan debit banjir kala ulang 25 tahun.

Evaluasi dan regulasi

Hasil simulasi dianalisis untuk menentukan lokasi akumulasi sedimen yang kritis dan volume endapan yang berpotensi mengurangi kapasitas tampungan. Penentuan zona pemeliharaan (zone) ditetapkan berdasarkan ketebalan endapan maksimum serta efisiensi hidraulik.

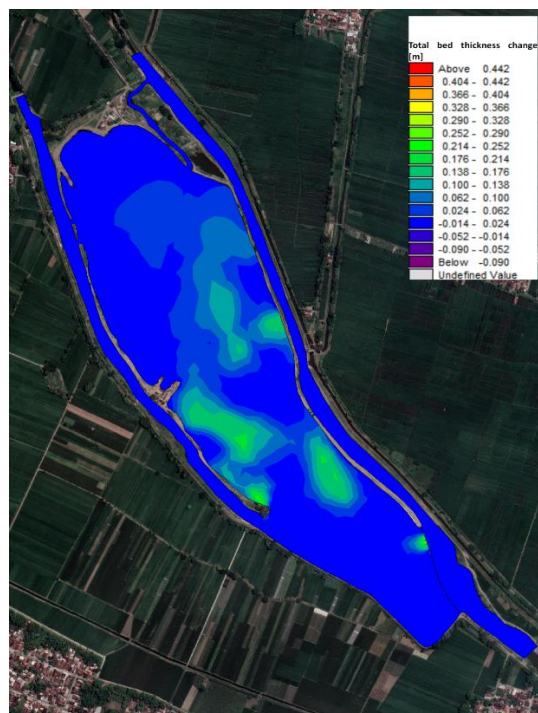
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji material di kawasan studi



Gambar 2. Hasil Simulasi Model Sedimen pada Minggu Pertama Simulasi

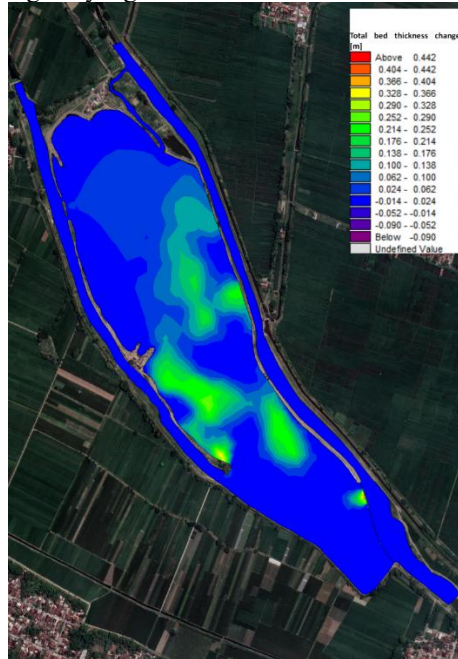
Hasil dari simulasi model sedimentasi pada minggu pertama diatas menunjukkan tingkat sebaran sedimen mulai menunjukkan sebaran sedimentasi yang muncul di beberapa lokasi di kolam rolak 70. Lokasi sebaran yang terdapat di kolam rolak 70 sudah cukup luas khususnya terpusat di wilayah yang berada di tengah lokasi kolam rolak 70 dengan tingkat sedimentasi berkisar 0,138 – 0,176 m sedangkan tingkat sedimentasi yang berada di bagian hilir dari kolam rolak 70 berkisar 0,100 - 0,138 m. Dari hasil identifikasi hasil simulasi terlihat pada bagian hilir kolam rolak 70 tingkat sedimentasi semakin berkurang, hal ini disebabkan karena pengaruh arus yang semakin melemah pada lokasi tersebut sehingga tidak memiliki energi untuk dapat membawa sejumlah material sedimen.



Gambar 3. Hasil Simulasi Model Sedimen pada Minggu Kedua Simulasi

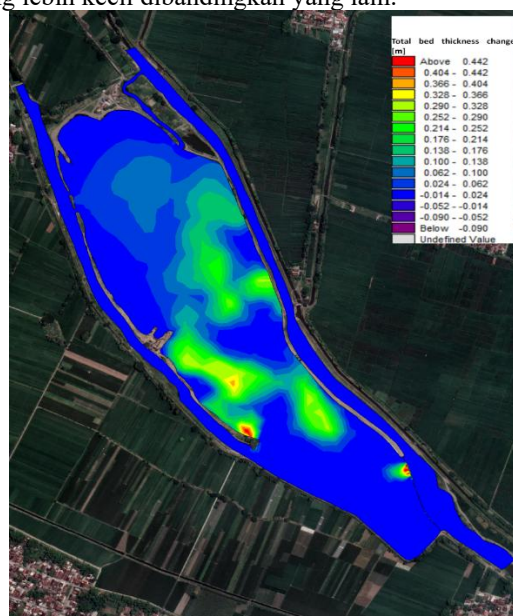
Hasil dari simulasi model sedimentasi pada minggu kedua diatas menunjukkan tingkat sebaran sedimen

mulai menunjukkan sebaran sedimentasi yang mulai semakin meluas di beberapa lokasi di kolam rolak 70. Lokasi sebaran yang terdapat di kolam rolak 70 semakin terpusat di wilayah yang berada di tengah lokasi kolam rolak 70 dengan tingkat sedimentasi berkisar 0,214 – 0,252 m sedangkan tingkat sedimentasi yang berada di bagian hilir dari kolam rolak 70 berkisar 0,138 – 0,176 m. Pada bagian tengah kolam rolak 70 terjadi akumulasi sedimentasi yang terjadi sebagai akibat dari adanya bentuk morfologi dasar perairan yang dangkal dan luas penampang dari lokasi tersebut yang lebih kecil dibandingkan yang lain.



Gambar 4. Hasil Simulasi Model Sedimen pada Minggu Ketiga Simulasi

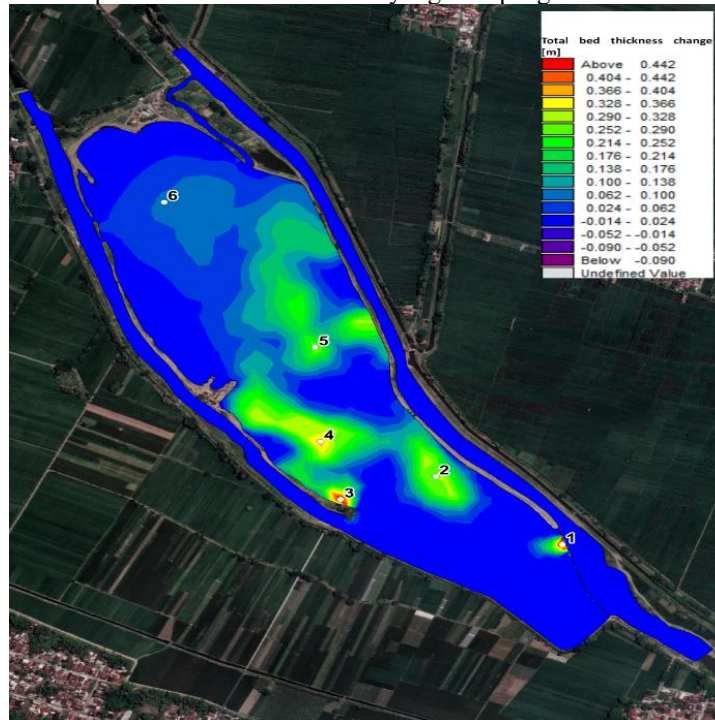
Hasil dari simulasi model sedimentasi pada minggu ketiga diatas menunjukkan tingkat sebaran sedimen mulai menunjukkan sebaran sedimentasi yang mulai semakin meluas di beberapa lokasi di kolam rolak 70. Lokasi sebaran yang terdapat di kolam rolak 70 semakin terjadi penumpukan sedimen di beberapa wilayah yang berada di tengah dengan tingkat sedimentasi mencapai 0,328-0,366 m dan pada bagian hilir pada sisi utara kolam rolak 70 dengan tingkat sedimentasi berkisar 0,290 – 0,328 m. Sebaran material sedimen terus meluas hingga hamper mencapai saluran pembuang avour yang berada di sebelah kolam rolak 70. Selain itu pada salah satu pintu kolam rolak 70 di bagian hilir terjadi sedimentasi yang cukup tebal. Pada bagian tengah kolam rolak 70 terjadi akumulasi sedimentasi yang terjadi sebagai akibat dari adanya bentuk morfologi dasar perairan yang dangkal dan luas penampang dari lokasi tersebut yang lebih kecil dibandingkan yang lain.



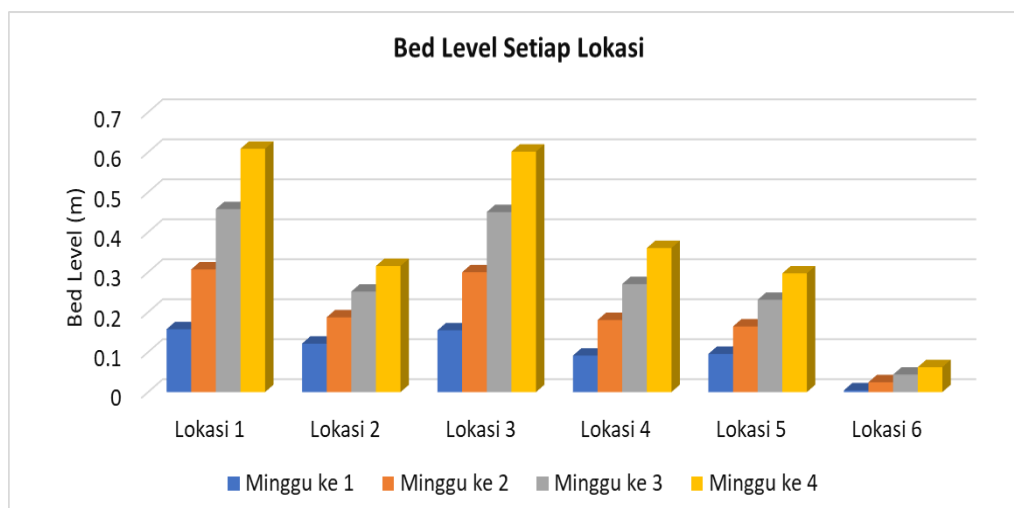
Gambar 5. Hasil Simulasi Model Sedimen pada Minggu Keempat Simulasi

Hasil simulasi sebaran sedimen yang dibantu dengan software MIKE 21 menghasilkan perubahan profil

dasar Perairan (bed thickness change). Sebaran sedimentasi sangat tergantung pada besarnya kecepatan dan pola arus yang terjadi pada daerah tersebut. Berdasarkan moden sedimen yang telah dibuat diketahui tingkat sebaran sedimen dari minggu pertama hingga minggu keempat mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Penyebaran sedimen terjadi di beberapa lokasi yaitu pada bangunan rolak 70 yang berada di bagian paling hilir dan sebaran sedimen secara dominan terjadi di wilayah kolam rolak 70. Hal tersebut sebagai akibat dari berkurangnya kecepatan arus di sekitar kolam rolak 70 dan perbedaan elevasi dasar air yang cukup signifikan.



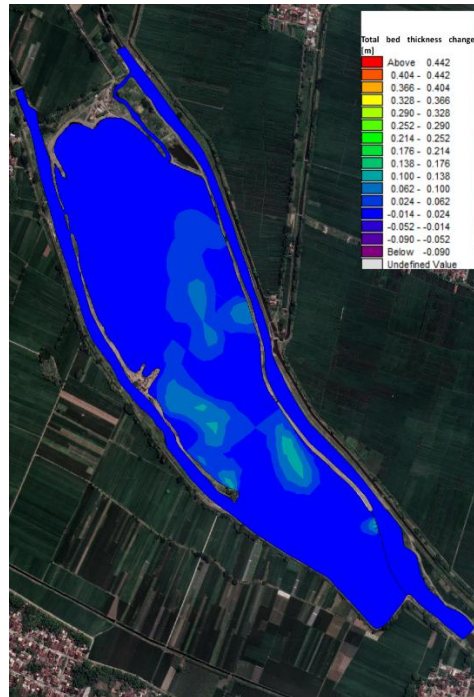
Gambar 6. Titik Pengukuran Simulasi Model Sedimen pada Minggu Keempat Simulasi



Gambar 7. Grafik Peningkatan Elevasi Bed Level pada Setiap Titik Pengukuran

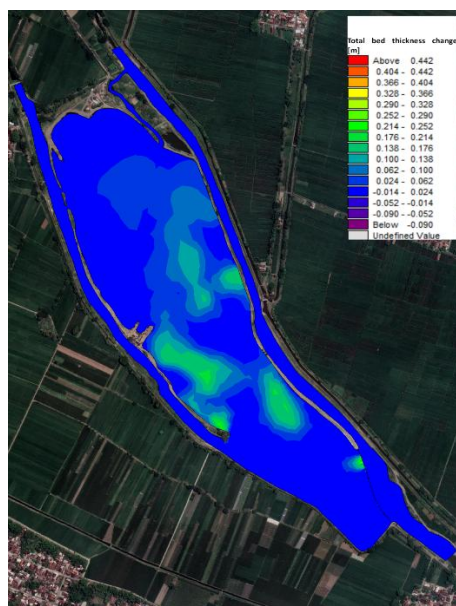
Berdasarkan hasil moden sedimen yang telah disimulasi dapat diketahui seberapa besar tingkat sedimentasi mempengaruhi terhadap penangkalan yang terjadi di kolam rolak 70. Dimana pada Analisa sedimen dilakukan pengamatan di beberapa lokasi penelitian di 6 titik lokasi. Pada titik lokasi pertama yaitu di wilayah bangunan rolak 70 bagian hilir mengalami sedimentasi, tingkat sedimentasi yang terjadi cukup signifikan sebesar 0,6087 m. Hal ini diakibatkan elevasi pada wilayah tersebut cukup dangkal sehingga menghambat aliran arus untuk bergerak menuju kolam rolak 70. Kemudian pada titik pengamatan 2 tingkat sedimentasi yang terjadi mencapai 0,315474 m. Pada titik pengamatan 3 yang berada di kolam rolak 70 dan berdekatan dengan inlet avour tingkat sedimentasi yang terjadi mencapai 0,60148 m. Lalu pada titik pengamatan 4 dan titik pengamatan 5 terlihat sedimentasi yang

terjadi sebesar 0,360369 m dan 0,297038 m. Pada lokasi pengamatan sedimentasi paling hilir di kolam rolak 70 diketahui pendangkalan yang terjadi sebesar 0,0624025 m. Dari keenam lokasi yang telah diamati terlihat lokasi dengan tingkat sedimentasi paling tinggi berada di lokasi 1 dan lokasi 2. Sedangkan lokasi dengan sedimentasi paling rendah berada di lokasi 6 yang berada di hilir kolam rolak 70 yang berdekatan dengan outlet. Peningkatan sedimentasi terus meningkat selama simulasi berjalan sehingga potensi pemanfaatan kolam rolak 70 untuk penambangan pasir cukup baik.



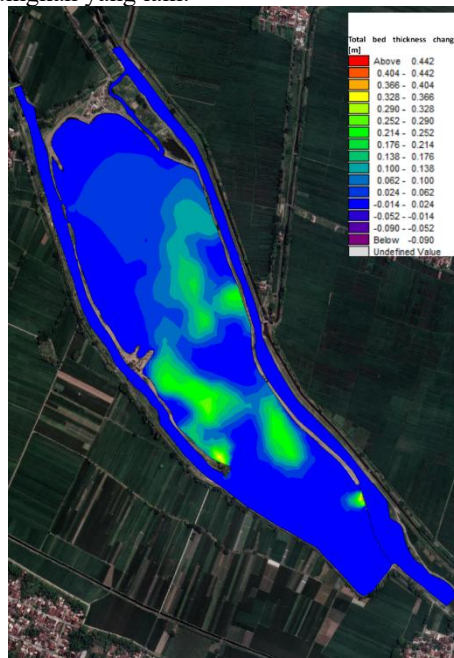
Gambar 8. Hasil Simulasi Model Sedimen pada Minggu Pertama Simulasi

Hasil dari simulasi model sedimentasi pada minggu pertama diatas menunjukkan tingkat sebaran sedimen mulai menunjukkan sebaran sedimentasi yang muncul di beberapa lokasi di kolam rolak 70. Lokasi sebaran yang terdapat di kolam rolak 70 sudah cukup luas khususnya terpusat di wilayah yang berada di tengah lokasi kolam rolak 70 dengan tingkat sedimentasi berkisar 0,138 – 0,176 m sedangkan tingkat sedimentasi yang berada di bagian hilir dari kolam rolak 70 berkisar 0,100 - 0,138 m. Dari hasil identifikasi hasil simulasi terlihat pada bagian hilir kolam rolak 70 tingkat sedimentasi semakin berkurang, hal ini disebabkan karena pengaruh arus yang semakin melemah pada lokasi tersebut sehingga tidak memiliki energi untuk dapat membawa sejumlah material sedimen.



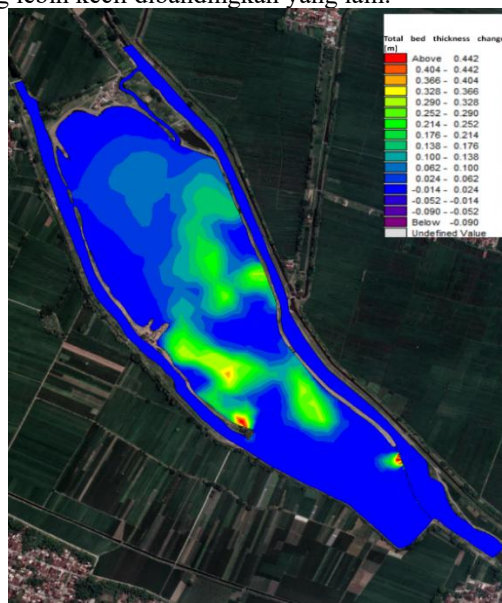
Gambar 9. Hasil Simulasi Model Sedimen pada Minggu Kedua Simulasi

Hasil dari simulasi model sedimentasi pada minggu kedua diatas menunjukkan tingkat sebaran sedimen mulai menunjukkan sebaran sedimentasi yang mulai semakin meluas di beberapa lokasi di kolam rolak 70. Lokasi sebaran yang terdapat di kolam rolak 70 semakin terpusat di wilayah yang berada di tengah lokasi kolam rolak 70 dengan tingkat sedimentasi berkisar 0,214 – 0,252 m sedangkan tingkat sedimentasi yang berada di bagian hilir dari kolam rolak 70 berkisar 0,138 – 0,176 m. Pada bagian tengah kolam rolak 70 terjadi akumulasi sedimentasi yang terjadi sebagai akibat dari adanya bentuk morfologi dasar perairan yang dangkal dan luas penampang dari lokasi tersebut yang lebih kecil dibandingkan yang lain.



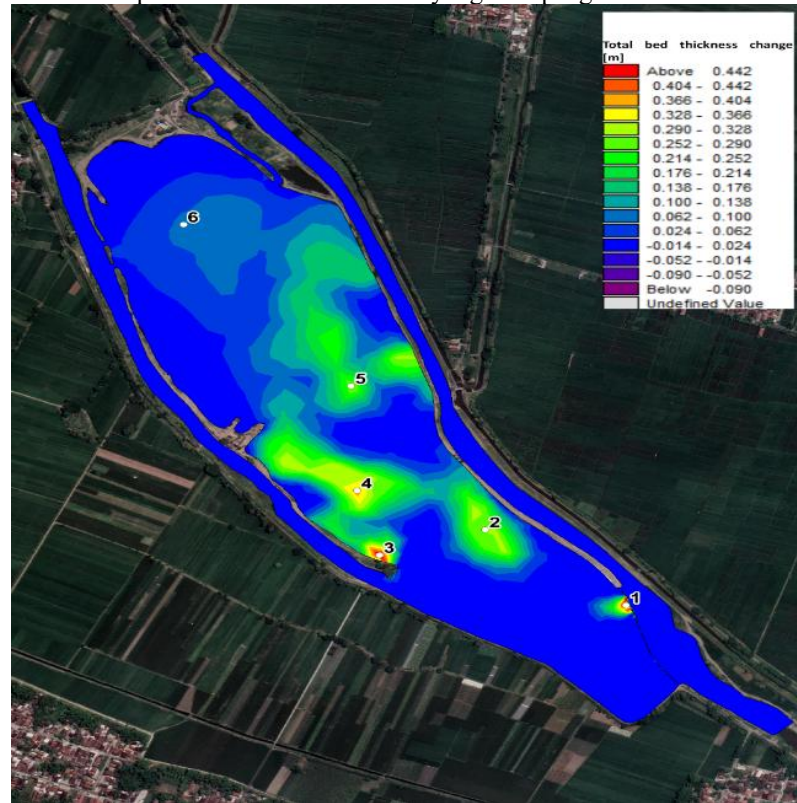
Gambar 10. Hasil Simulasi Model Sedimen pada Minggu Ketiga Simulasi

Hasil dari simulasi model sedimentasi pada minggu ketiga diatas menunjukkan tingkat sebaran sedimen mulai menunjukkan sebaran sedimentasi yang mulai semakin meluas di beberapa lokasi di kolam rolak 70. Lokasi sebaran yang terdapat di kolam rolak 70 semakin terjadi penumpukan sedimen di beberapa wilayah yang berada di tengah dengan tingkat sedimentasi mencapai 0,328-0,366 m dan pada bagian hilir pada sisi utara kolam rolak 70 dengan tingkat sedimentasi berkisar 0,290 – 0,328 m. Sebaran material sedimen terus meluas hingga hamper mencapai saluran pembuang avour yang berada di sebelah kolam rolak 70. Selain itu pada salah satu pintu kolam rolak 70 di bagian hilir terjadi sedimentasi yang cukup tebal. Pada bagian tengah kolam rolak 70 terjadi akumulasi sedimentasi yang terjadi sebagai akibat dari adanya bentuk morfologi dasar perairan yang dangkal dan luas penampang dari lokasi tersebut yang lebih kecil dibandingkan yang lain.

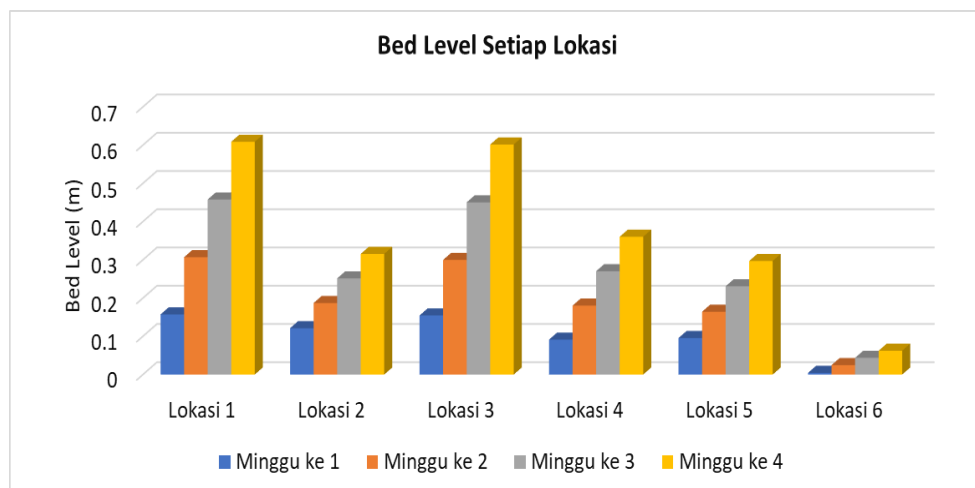


Gambar 11. Hasil Simulasi Model Sedimen pada Minggu Keempat Simulasi

Hasil simulasi sebaran sedimen yang dibantu dengan software MIKE 21 menghasilkan perubahan profil dasar Perairan (bed thickness change). Sebaran sedimentasi sangat tergantung pada besarnya kecepatan dan pola arus yang terjadi pada daerah tersebut. Berdasarkan moden sedimen yang telah dibuat diketahui tingkat sebaran sedimen dari minggu pertama hingga minggu keempat mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Penyebaran sedimen terjadi di beberapa lokasi yaitu pada bangunan rolak 70 yang berada di bagian paling hilir dan sebaran sedimen secara dominan terjadi di wilayah kolam rolak 70. Hal tersebut sebagai akibat dari berkurangnya kecepatan arus di sekitar kolam rolak 70 dan perbedaan elevasi dasar air yang cukup signifikan.



Gambar 12. Titik Pengukuran Simulasi Model Sedimen pada Minggu Keempat Simulasi



Gambar 13. Grafik Peningkatan Elevasi Bed Level pada Setiap Titik Pengukuran

Berdasarkan hasil moden sedimen yang telah disimulasi dapat diketahui seberapa besar tingkat sedimentasi mempengaruhi terhadap penangkalan yang terjadi di kolam rolak 70. Dimana pada Analisa sedimen dilakukan pengamatan di beberapa lokasi penelitian di 6 titik lokasi. Pada titik lokasi pertama yaitu di wilayah bangunan rolak 70 bagian hilir mengalami sedimentasi, tingkat sedimentasi yang terjadi cukup signifikan sebesar 0,6087 m. Hal ini diakibatkan elevasi pada wilayah tersebut cukup dangkal sehingga menghambat aliran arus untuk bergerak menuju kolam rolak 70. Kemudian pada titik pengamatan 2 tingkat sedimentasi yang terjadi mencapai 0,315474 m. Pada titik pengamatan 3 yang berada di kolam rolak 70 dan berdekatan dengan inlet avour tingkat sedimentasi

yang terjadi mencapai 0,60148 m. Lalu pada titik pengamatan 4 dan titik pengamatan 5 terlihat sedimentasi yang terjadi sebesar 0,360369 m dan 0,297038 m. Pada lokasi pengamatan sedimentasi paling hilir di kolam rolak 70 diketahui pendangkalan yang terjadi sebesar 0,0624025 m. Dari keenam lokasi yang telah diamati terlihat lokasi dengan tingkat sedimentasi paling tinggi berada di lokasi 1 dan lokasi 2. Sedangkan lokasi dengan sedimentasi paling rendah berada di lokasi 6 yang berada di hilir kolam rolak 70 yang berdekatan dengan outlet. Peningkatan sedimentasi terus meningkat selama simulasi berjalan sehingga potensi pemanfaatan kolam rolak 70 untuk penambangan pasir cukup baik.

5. Kesimpulan

Bahwa regulasi ketebalan sedimen diperlukan maintainan berdasar volume dan tampungan diambang batas sehingga diperlukan skema tampungan dalam Zona dan nomen Katur untuk memantau kapasitas batas atas dan kapasitas batas bawah sehingga pengamatan dan pengukuran bias di pantau serta ditentukan langkah dan strategi mengukur ketebalan dan sebaran sedimentasi yang sudah memenuhi standar untuk di bersihkan atau dikeruk dan diambil supaya tidak menimbulkan dampak negatif pada daya tampung sedimentasi handal dan mempunyai karakteristik method pemanfaatan material yang sesuai dengan material bahan dasar bangunan sehingga pemanfaatannya serta sirkulasi diperdagangan material mempunyai nilai manfaat dan hikmah serta berfungsi sebagai menambah kemanfaatan di perdagangan material.

Dari pantauan dan mitigasi yang dilakukan di area kolam retensi diperlukan metode pengambilan material secara teratur dan berkelanjutan untuk memberikan nilai ekonomis handal dipasaran dunia teknik sipil.

DAFTAR PUSTAKA

- Anasiru, T. (2006) '*Angkutan Sedimen Pada Muara Sungai Palu*', Jurnal Teknik Sipil. 25 – 33.
- Apriyanto. (2018) '*Perbaikan tanggul rolak 70 oleh Dinas PUPR Jombang*', Surabaya : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas.
- Arifin, N. (2022) '*Analisa Potensi Likuifaksi Pasir Pantai Parangkusumo dengan Alat Korinofaction Versi 3.0*', Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Asdak, C. (2014) '*Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*', Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Boangmanalu, A. O. and Indrawan. (2012) '*Kajian Laju Angkutan Sedimen pada Sungai Wampu*', Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Crisna, A., Dermawan, V., & Prasetyorini, L. (2022). Kajian Perilaku Aliran pada Pelimpah Samping Bendungan Sepaku Semoi Kabupaten Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur dengan Skala 1:50. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2). <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.02.15>
- Das. (1993) '*Mekanika Tanah Jilid I*', Jakarta: Erlangga. Bab 1 Tanah dan batuan, Hal 15 -17.
- Daulay, B.A. (2019) '*Karakteristik Sedimen di Perairan Sungai Carang Kota Rebah Kota Tanjung Pinang Provinsi Kepulauan Riau*', FIKP UMRAH.
- Diansari, Rahma. (2013) '*Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (Suspended Load) Pada Muara Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuasin*', Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
- Erni Yuliati,(2020) '*Model Indeks Erositas Hujan Untuk Pendugaan Laju Erosi Potensial Dengan Uji Model Fisik Rainfall Simulator*',Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Indra, Zulfikar. (2012) '*Analisis Debit Sungai Munte Dengan Metode Mock Dan Metode NRECA Untuk Kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Air*', Skripsi S1, Fakultas Teknik, Universitas Samratulangi, manado.
- Jorgi and Setiawan, R.B. (2019) '*Relationship of Grand Size Sand and Vulnerability of Liquefaction (Modelling of Laboratory Scale)*', Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Komalig, Moreine. (2008) '*Analisa Laju Angkutan Sedimen Sungai Sawangan pada Titik Kontrol Malendeng*', Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Mananoma, T. (2003) '*Fenomena Alamiah Erosi dan Sedimentasi Sungai Progo Hilir*', Jurnal Teknik Sipil, 1 – 10.

Mokonio, O. (2013) '*Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Saluwongko di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa*', Jurnal Teknik Sipil, 452 – 458.

Muh. Rizki Maulana AR, Nurpatima. 2020. *Analisis Laju Sedimentasi dan Karakteristik Sedimen Pasca Banjir Bandang di Sub DAS Jenelata Kab. Gowa*. Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Makassar.