

EVALUASI MORFOLOGI DASAR SUNGAI WINONGO DENGAN *HEC-RAS 5.0.7*

Irfan Maulana Ibrahim¹, Puji Harsanto^{1*}, Bayu Krisna Wisnulingga²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta

² Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada,
Jl. Grafika No.2, Sendowo, Sinduadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta

*Corresponding authors: puji_hr@umy.ac.id

Abstract: Winongo River is one of the rivers whose headwaters are in Mount Merapi. Mount Merapi is one of the most active volcanoes in Indonesia, so it often spews rock and sand material that flows through rivers. With the large amount of material carried by the river flow, it will cause aggradation and degradation that can change the morphology of the riverbed. If this happens continuously, it can cause damage to the riverbank protection which can potentially endanger the surrounding area. To prevent this, a basic study of sediment transport analysis was conducted using the computer software *HEC-RAS 5.0.7*. From the results of the analysis obtained, the flow of the river that experienced the highest aggradation of Q2 was in the downstream section of cross section 1 with 1.361 m, while Q50 was in the upstream section of cross section 760 with 2.095 m. The largest degradation of Q2 occurred in the upstream section of the cross section 194 with 0.999 m, while Q50 was in the upstream section of the cross section 748 with 0.996 m.

Keywords: Winongo River, river morphology, aggradation-degradation, sediment transport, *HEC-RAS*.

Abstrak: Sungai Winongo merupakan salah satu sungai yang berhulu di Gunung Merapi. Gunung Merapi merupakan salah satu gunung paling aktif di Indonesia sehingga sering kali memuntahkan material batuan dan pasir yang mengalir melalui aliran sungai. Dengan banyaknya material yang terbawa oleh aliran sungai, akan menyebabkan agradasi dan degradasi yang dapat mengubah morfologi dasar sungai. Jika terjadi secara terus menerus, hal tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada pengaman tebing sungai yang dapat berpotensi membahayakan wilayah sekitar. Untuk mencegah hal tersebut, dilakukan penelitian analisis angkutan sedimen dasar dengan menggunakan perangkat lunak komputer *HEC-RAS 5.0.7*. Dari hasil analisis yang didapat, aliran sungai yang mengalami agradasi tertinggi Q2 yaitu pada bagian hilir di cross section 1 sebesar 1,36 m, sedangkan Q50 yaitu pada bagian hulu di cross section 760 sebesar 2,093 m. Degradasi terbesar Q2 terjadi pada bagian hulu di cross section 748 sebesar 0,998 m, sedangkan Q50 yaitu pada bagian hulu di cross section 748 sebesar 0,996 m.

Kata kunci: : Sungai Winongo, morfologi sungai, agradasi-degradasi, angkutan sedimen, *HEC-RAS*.

PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta dialiri beberapa sungai yang berhulu di Gunung Merapi, salah satunya adalah Sungai Winongo. Gunung Merapi merupakan salah satu gunung paling aktif di Indonesia dan beberapa dekade terakhir sering mengalami erupsi. Erupsi Gunung Merapi membawa material berat yang terangkut dari hulu hingga hilir sungai. Material berat yang terbawa melalui aliran sungai mengakibatkan erosi, hal itu dikarenakan banyaknya endapan sedimen dasar yang terjadi.

Joshi dkk. (2019) menyatakan bahwa sedimen merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi morfologi sungai. Prediksi laju sedimentasi (*sedimentation rate*) sangat penting dilakukan guna sebagai acuan perencanaan bangunan hidraulik sungai, pengelolaan erosi, dan beberapa permasalahan lainnya yang terjadi di sungai. Pada umumnya prediksi kecepatan sedimentasi dapat didasarkan pada karakteristik sedimen yang terdiri dari ukuran (*size*), bentuk (*shape*), berat volume (*specific weigh*) dan berat jenis (*specific gravity*)

serta kecepatan jatuh (*fall velocity*) (Hambali dan Apriyanti, 2016).

Wardhana (2015) melakukan analisis transpor sedimen Sungai Opak menggunakan *HEC-RAS 4.1.0* dengan kondisi aliran *quasi unsteady flow* yang disimulasikan selama 365 hari. Damte dkk. (2021) melakukan penelitian yang membahas perubahan fenomena transpor sedimen dan karakteristik morfologi Sungai Kulfo di Etiopia bagian selatan menggunakan *HEC-RAS* dengan debit kala ulang 5, 25, dan 100 tahun dan kondisi aliran *quasi unsteady flow*.

Andrian dan Pranoto (2020) melakukan penelitian angkutan sedimen dasar Sungai Cibeet dengan *HEC-RAS* dan uji laboratorium dari hasil sampel lapangan. Analisis kapasitas transpor sedimen oleh Mohammed (2018) pada Sungai Euphrates sepanjang 6 km yang memiliki kondisi morfologi lurus dan berliku menggunakan *HEC-RAS 4.1.0*.

Penelitian dilakukan oleh Barokah dan Purwantoro (2014) menggunakan *HEC-RAS* untuk mengetahui gerusan yang diakibatkan oleh transpor sedimen pada sungai yang memiliki bangunan air.

Purnomo dkk. (2015) melakukan penelitian analisis sedimen di Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Logending menggunakan persamaan *Ackers-White*, *Meyer-Peter Müller*, dan *Wilcock*. Analisis angkutan sedimen dilakukan di Sungai Air Kolongan dengan metode *Van Rijn* dan *Einstein* yang bertujuan untuk mengetahui kondisi sungai (Sumardi dkk., 2018).

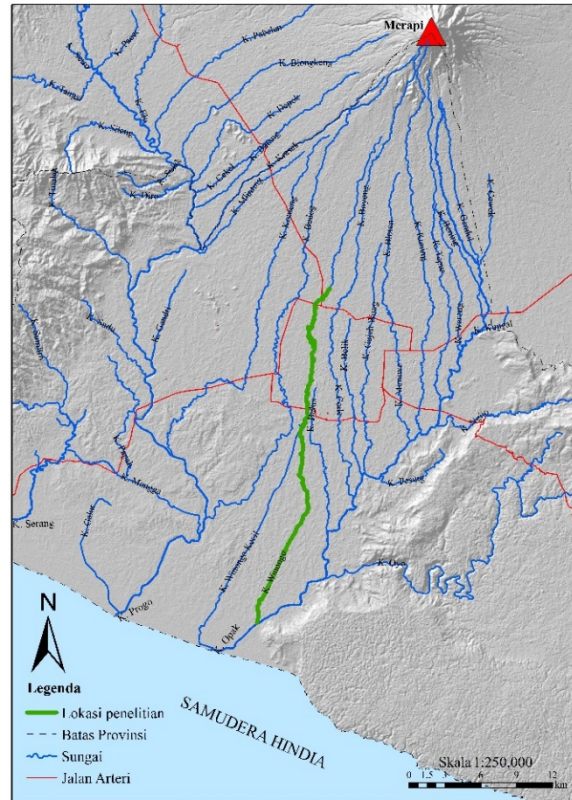
Sedimen yang berlebihan dapat mengakibatkan degradasi dan agradasi yang dapat menimbulkan dampak buruk pada morfologi sungai. Dalam mengatasi hal tersebut perlu dilakukan analisis sedimen pada Sungai Winongo dengan menginterpretasikan kondisi di lapangan yaitu dilakukan pemodelan topografi aliran sungai dengan menggunakan perangkat lunak *HEC-RAS 5.0.7* dan dilakukan simulasi analisis sedimen.

METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Sungai Winongo dengan hulu di daerah Kaliurang atau sekitar

Turi/Pakem dengan koordinat $7^{\circ}44'10.223''$ BT dan $110^{\circ}22'8.212''$ LS hingga bermuara di Sungai Opak pada daerah Kretek $7^{\circ}59'22.407''$ BT dan $110^{\circ}18'46.780''$ LS.



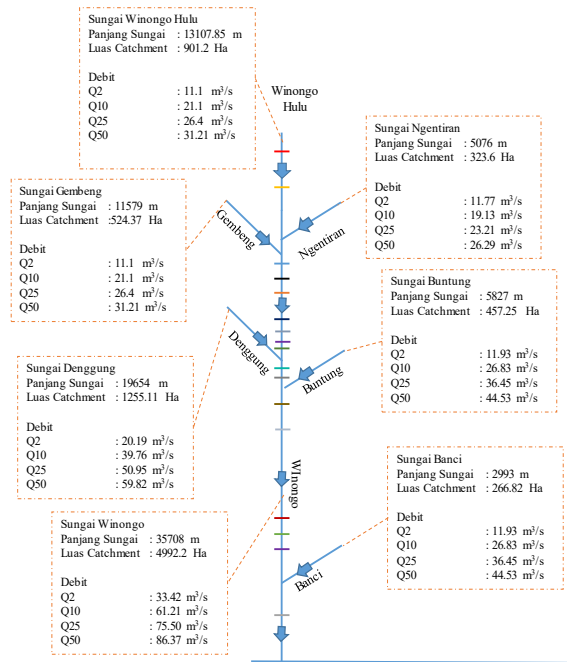
Gambar 1. Lokasi penelitian

2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *cross section* dan data debit, untuk data sekunder dan data bendung & *ground sill* dan data gradasi butiran untuk data primer.

Data *cross section* berupa data sekunder dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak D.I Yogyakarta (BBWSSO-DIY) yaitu berupa peta ikhtisar Sungai Winongo. Data *cross section* Sungai Winongo berjumlah 796 dengan jarak setiap *cross section* 25-50 m dan lebar 20-40 m.

Data debit Sungai Winongo berupa skema data debit banjir rancangan di sistem Sungai Winongo yang didapat dari BBWSSO-DIY. Data debit mencakup Sungai Winongo dan anak Sungai Winongo, yaitu Sungai Ngentiran, Sungai Gembeng, Sungai Denggung, Sungai Buntung dan Sungai Ngentiran dengan kala ulang Q_2, Q_{10}, Q_{25} , dan Q_{50} .



Gambar 2. Skema data debit banjir di sistem Sungai Winongo

Data bendung didapat dari hasil survei di lapangan dari hulu hingga hilir Sungai Winongo. Data yang diambil berupa lebar dan tinggi dari permukaan untuk *groundsill* dan tinggi, lebar, dimensi dan jumlah pintu untuk bendung. Terdapat 8 bendung dan 14 *groundsill*.

Gradasi butiran sedimen diambil pada setiap jarak 100 m dari *cross section* 2 hingga *cross section* terakhir. Sampel sedimen kemudian dilakukan pengujian (penyaringan) untuk mengetahui gradasi sedimen di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2.3 Pemodelan Alur Sungai dan Penampang Sungai

Data yang digunakan untuk pemodelan alur Sungai Winongo adalah berupa koordinat pada masing-masing titik (*cross section*) dan penampang setiap *cross section* yang meliputi stasiun dan elevasi pada masing-masing *cross section* dari hulu hingga hilir yang didapat dari BBWSSO-DIY.

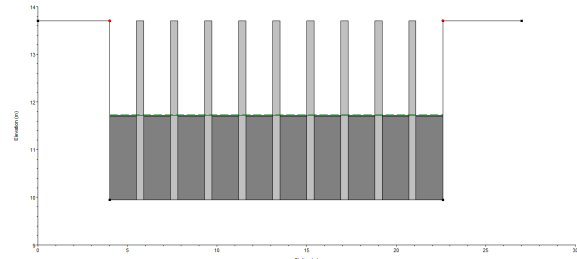
2.4 Pemodelan Anak Sungai

Terdapat 5 sungai yang bermuara di Sungai Winongo yaitu Sungai Ngentiran yang terletak di *cross section* 779, Sungai Gembeng yang terletak di *cross section* 752, Sungai Danggung yang terletak di *cross section* 664, Sungai

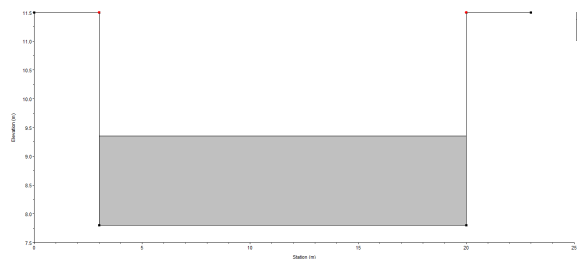
Bunting yang terletak di *cross section* 603, dan Sungai Banci yang terletak di *cross section* 262.

2.5 Pemodelan Bangunan Air

Sungai Winongo memiliki beberapa bangunan air yang meliputi 8 bendung dan 14 *groundsill*.



Gambar 3. Pemodelan bendung



Gambar 4. Pemodelan *groundsill*

2.6 Pemodelan Debit Aliran

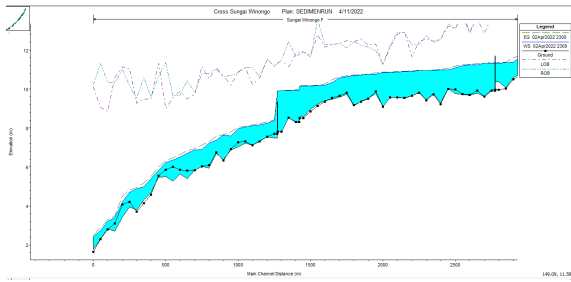
Terlebih dahulu dilakukan pemodelan debit dengan *unsteady flow* untuk mengetahui kestabilan model. Pada pemodelan geometri sungai terdapat bendung sehingga pada *unsteady flow* terdapat *gate openings* yang disimulasikan secara dengan kondisi tertutup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Simulasi HEC-RAS 5.0.7

Input sedimen dilakukan dengan beberapa ketentuan, *max depth* sebesar 1 m, dan *bad graduation* dimasukan data gradasi yang sudah dianalisis. Parameter *boundary counditions* menggunakan data *equilibrium load*. Running sedimen menggunakan *quasi unsteady flow*.

Berdasarkan hasil dari analisis sedimen dengan meninjau setiap 500 m yaitu berjumlah 71 *cross section* didapat 38 *cross section* mengalami agradasi dan 33 *cross section* mengalami degradasi. Agradasi paling banyak pada bagian hulu dan degradasi paling banyak terjadi pada bagian tengah.



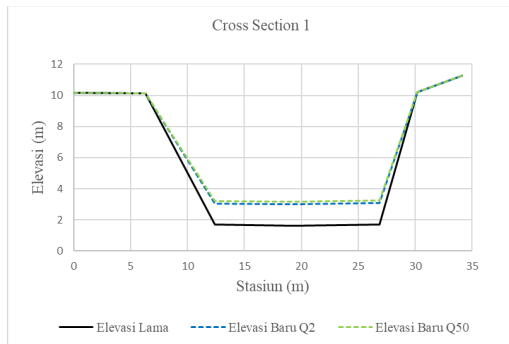
Gambar 5. Hasil *running* sedimen

3.2 Perbandingan Hasil *Running HEC-RAS 5.0.7* dengan Kondisi Lapangan

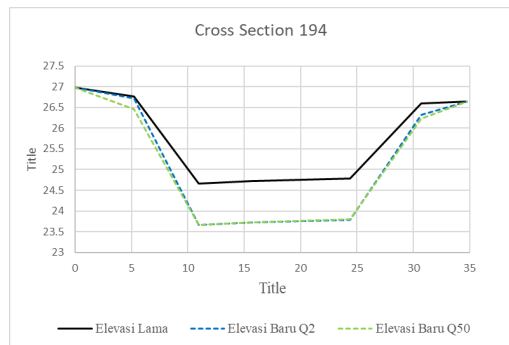
Untuk memudahkan dalam melakukan analisis, dilakukan pembagian pada alur Sungai Winongo, yaitu bagian hilir *cross section* 1-236, bagian tengah *cross section* 249-501, dan bagian hulu *cross section* 512-796. Pada masing-masing bagian mengalami *agradasi* dan *degradasi*.

3.1.1 Kondisi hilir

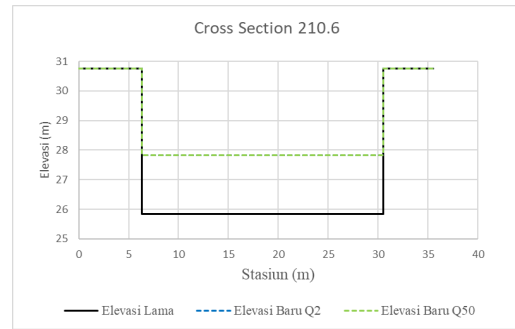
Pada bagian hilir, *cross section* yang mengalami *agradasi* paling tinggi yaitu pada *cross section* 1 dan *degradasi* paling tinggi yaitu pada *cross section* 194. Pada bagian hilir terdapat bendung dan perubahan elevasi terbesar bendung *cross section* 210,6.



Gambar 6. Tampilan *cross section* 1



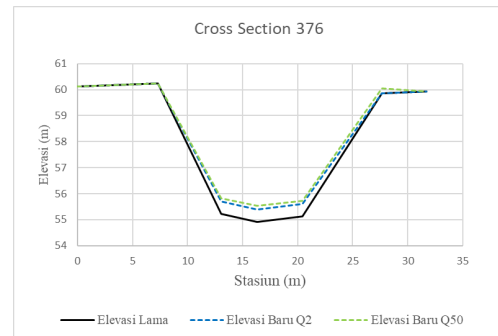
Gambar 7. Tampilan *cross section* 194



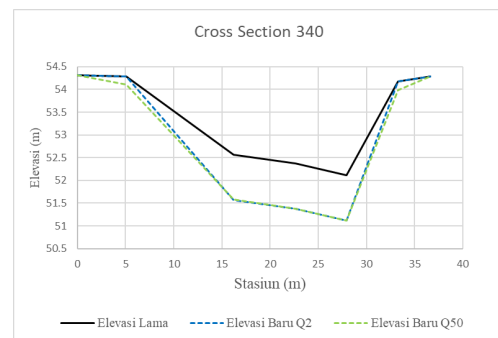
Gambar 8. Tampilan bendung *cross section* 210,6

3.1.2 Kondisi tengah

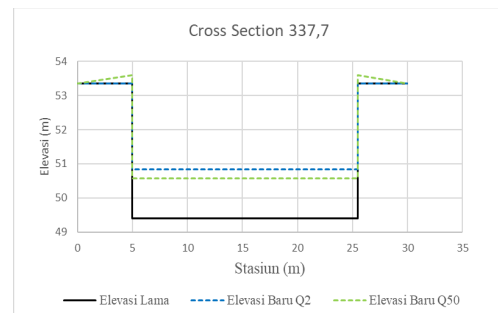
Pada bagian tengah, *cross section* yang mengalami *agradasi* paling tinggi yaitu pada *cross section* 376 dan *degradasi* paling tinggi yaitu pada *cross section* 340. Pada bagian tengah terdapat *groundsill* dan perubahan elevasi terbesar *groundsill* *cross section* 377,7.



Gambar 9. Tampilan *cross section* 376



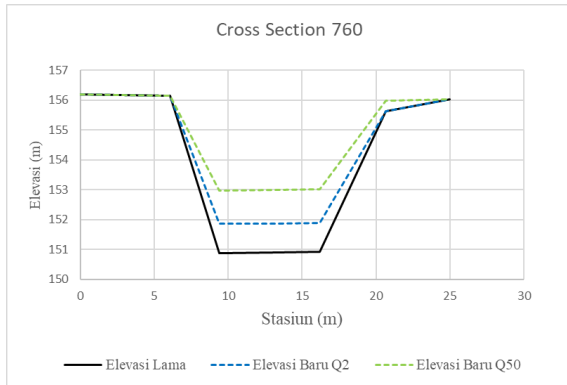
Gambar 10. Tampilan *cross section* 340



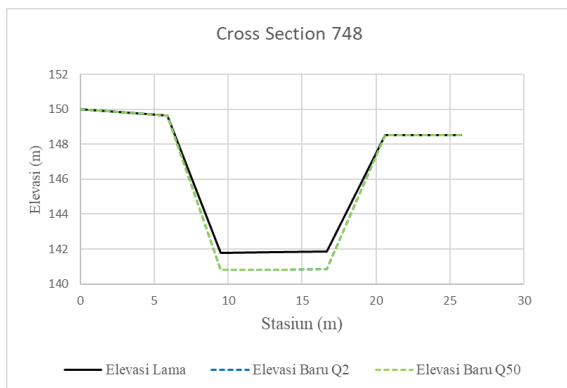
Gambar 11. Tampilan *groundsill* *cross section* 337,7

3.1.3 Kondisi hulu

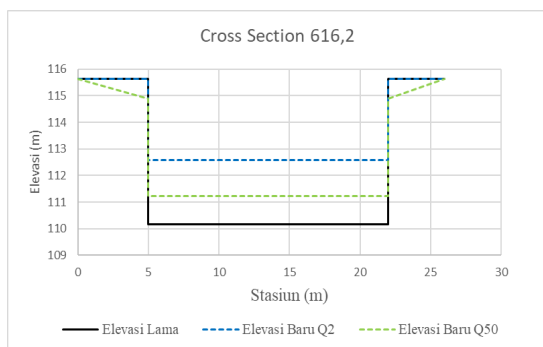
Pada bagian hulu, *cross section* yang mengalami agradasi paling tinggi yaitu pada *cross section* 760 dan degradasi paling tinggi yaitu pada *cross section* 748. Pada bagian tengah terdapat groundsill dan perubahan elevasi terbesar bendung *cross section* 616,2.



Gambar 12. Tampilan *cross section* 760



Gambar 13. Tampilan *cross section* 748



Gambar 14. Tampilan *groundsill cross section* 616,2

3.1.4 Debit kala ulang 2 tahun

Bagian sungai	Agradasi maks.		Degradasi maks.	
	Tinggi (m)	Cross section	Tinggi (m)	Cross section
Hilir	1,360	1	0,999	194
Tengah	0,483	376	0,908	340
Hulu	0,999	760	0,998	748

Bagian sungai	Agradasi maks.		Degradasi maks.	
	Tinggi (m)	Cross section	Tinggi (m)	Cross section
Hilir	1,520	1	0,999	194
Tengah	0,612	376	0,993	340
Hulu	2,093	760	0,996	748

3.1.5 Debit kala ulang 50 tahun

Bagian sungai	Agradasi maks.		Degradasi maks.	
	Tinggi (m)	Cross section	Tinggi (m)	Cross section
Hilir	1,520	1	0,999	194
Tengah	0,612	376	0,993	340
Hulu	2,093	760	0,996	748

Penambahan material pada dasar sungai bisa diakibatkan dari material yang terbawa oleh lahar dingin akibat erupsi Gunung Merapi dan bisa diakibatkan oleh material longsoran tebing sungai mengingat pada lokasi tersebut tebing sungai cukup curam sehingga mengakibatkan agradasi. Perubahan lebar lembah sungai pada sungai yang dialiri aliran lahar sangat dipengaruhi oleh luapan lahar. Lahar merupakan salah satu tenaga yang memiliki daya rusak besar sehingga material sungai akan mudah terkikis dengan aliran lahar yang cepat dan kemudian menyebabkan degradasi pada sungai (Handayani dan Hadmoko, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa perubahan morfologi Sungai Winongo dari *cross section* 1 s.d *cross section* 796 menggunakan program *HEC-RAS 5.0.7*, dapat disimpulkan.

- Sungai Winongo dari *cross section* 1 s.d *cross section* 796 cenderung mengalami agradasi. Dari 71 titik perbandingan simulasi sedimen pada software *HEC-RAS 5.0.7* dengan peninjauan di lapangan, 38 titik mengalami agradasi dan 33 titik mengalami degradasi. Hal tersebut dikarenakan material erupsi Gunung Merapi terbawa oleh aliran sungai dan bisa juga diakibatkan oleh material longsoran tebing.
- Agradasi terbesar Q₂ yaitu pada bagian hilir di *cross section* 1 sebesar 1,36 m, sedangkan Q₅₀ yaitu pada bagian hulu di *cross section* 760 sebesar 2,093 m. Degradasi terbesar Q₂

terjadi pada bagian hulu di *cross section* 748 sebesar 0,998 m, sedangkan Q_{50} yaitu pada bagian hulu di *cross section* 748 sebesar 0,996 m.

- c. Dampak dari terjadinya agradasi dan degradasi yang terjadi pada Sungai Winongo secara berkala akan mengakibatkan kondisi morfologi dasar sungai akan mudah terusik. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada pengaman tebing sungai yang dapat mengakibatkan keruntuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, I., & Pranoto, W. A. (2020). *Analisis Angkutan Sedimen Dasar Sungai Cibeet dengan HEC-RAS dan Uji Laboratorium*. JMETS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, Vol. 3, No. 1, Pp. 31-38.
<https://doi.org/10.24912/jmts.v3i1.7050>
- Barokah, I., & Purwantoro, D. (2014). *Pengaruh variasi debit aliran terhadap gerusan maksimal di bangunan jembatan dengan menggunakan program HEC-RAS*. Inersia: Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur, Vol. 10, No. 2, Pp. 175-184.
<https://doi.org/10.21831/inersia.v10i2.9965>
- Damte, F., G_Mariam, B., Ayana, M. T., Lohani, T. K., Dhiman, G., & Shabaz, M. (2021). *Computing the sediment and ensuing its erosive activities using HEC-RAS to surmise the flooding in Kulfo River in Southern Ethiopia*. World Journal of Engineering, Vol. 18 No. 6, Pp. 948-955.
<https://doi.org/10.1108/WJE-01-2021-0002>
- Hambali, R., & Apriyanti, Y. (2016, December). *Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng–Kabupaten Bangka Barat*. Jurnal Fropil (Forum Profesional Teknik Sipil), Vol. 4, No. 2, Pp. 165-174.
- Handayani, T., & Hadmoko, D. S. (2015). *Karakteristik longsor tebing (Debris Avalanche) dan perubahan morfologi hulu sungai Senowo pasca erupsi gunungapi Merapi tahun 2010*. Jurnal Bumi Indonesia, Vol. 4, No. 4.
- Joshi, N., Lamichhane, G. R., Rahaman, M. M., Kalra, A., & Ahmad, S. (2019, May). *Application of HEC-RAS to study the sediment transport characteristics of maumee River in Ohio* [Paper presentation]. World Environmental and Water Resources Congress 2019: Hydraulics, Waterways, and Water Distribution Systems Analysis. American Society of Civil Engineers, Reston, VA.
<http://dx.doi.org/10.1061/9780784482353.024>
- Mohammed, H. S., Alturfi, U. A., & Shlash, M. A. (2018). *Sediment transport capacity in Euphrates river at Al-Abbasia reach using Hec-Ras model*. International Journal of Civil Engineering and Technology, Vol. 9, No. 5, Pp. 919-929.
- Purnomo, S. N., Widiyanto, W., & Riyando, I. (2015). *Analisis Sedimentasi di Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Logending*. Dinamika Rekayasa, Vol. 11, No. 1, Pp. 29-37.
<http://dx.doi.org/10.20884/1.dr.2015.11.1.93>
- Sumardi, M. A., Hendratta, L. A., & Halim, F. (2018). *Analisis Angkutan Sedimen Di Sungai Air Kolongan Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 6, No. 12, Pp. 1043-1054.
- Wardhana, P. N. (2015). *Analisis transpor sedimen Sungai Opak dengan menggunakan program HEC-RAS 4.1.0*. Teknisia, Pp. 22-31.