



Penentuan Karakteristik Hidraulik Sungai Setail Berdasarkan Angka Reynold dan Angka Froude

Ilham Rusdi Arifki¹, Zulis Erwanto²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

¹ilhamarifki95@gmail.com, ²zulis.erwanto@poliwangi.ac.id*

Abstract

The large distribution of flow velocity in the Setail River creates problems, one of which is the overflow of river water which can cause flooding due to high sediment deposits. The large flow velocity of the Setail River and high rainfall caused the river to overflow which caused hundreds of houses in Wringinputih Village, Muncar District to be submerged by floods as high as 1 meter. The purpose of this study is to determine the Reynold and Froude figures in the upper, middle, and lower reaches of the Setail River. Flow velocity measurement using the Current Meter tool. After the discharge, velocity, and coordinate data were obtained, then proceeded with data processing to determine the Reynold number and Froude number to determine the hydraulic characteristics of the river and input in the Surfer program to determine the shape and contour of the Setail River flow velocity distribution. In the upper reaches of the Setail River, an average speed of 0.63 m/second was obtained, with an average discharge of 0.77 m³/second, the average Reynold number of 1789288.36 including turbulent flow types, and the average Froude number of 0.38 subcritical flow types. In the middle of the Setail River, an average speed of 0.32 m/second was obtained, an average discharge of 0.77 m³/second, a Reynold average of 112775.85 including turbulent flow types, and an average Froude number of 0.19 subcritical flow types. Then in the lower reaches of the Setail River, an average speed of 0.24 m/second was obtained, the average discharge was 0.96 m³/second, the average Reynold number was 185107.50 including the turbulent flow type, and the average Froude number was 0.07 including the subcritical flow type.

Keywords: Froude number, Reynold number, Flow Velocity, Surfer, Setail River.

Abstrak

Besarnya distribusi kecepatan aliran pada Sungai Setail menimbulkan permasalahan, salah satunya yaitu peluapan air sungai yang dapat mengakibatkan banjir karena endapan sedimen yang tinggi. Kecepatan aliran pada Sungai Setail ditambah curah hujan yang tinggi mengakibatkan sungai meluap yang menyebabkan ratusan rumah di Desa Wringinputih, Kecamatan Muncar terendam banjir setinggi 1 meter. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan angka Reynold dan angka Froude di hulu, tengah dan hilir Sungai Setail. Pengukuran kecepatan aliran menggunakan alat *Current Meter*. Setelah didapatkan data debit, kecepatan, dan koordinat, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data untuk mengetahui angka Reynold dan angka Froude untuk menentukan karakteristik hidraulik sungai dan di *input* dalam program *Surfer* untuk mengetahui bentuk dan kontur distribusi kecepatan aliran Sungai Setail. Pada bagian hulu Sungai Setail diperoleh kecepatan rerata sebesar 0,63 m/detik, dengan debit rerata sebesar 0,77 m³/detik, rerata angka Reynold sebesar 1789288,36 termasuk jenis aliran turbulen, dan rerata angka Froude sebesar 0,38 tipe aliran subkritis. Pada bagian tengah Sungai Setail didapatkan kecepatan rerata sebesar 0.32 m/detik, debit rerata sebesar 0.77 m³/detik, rerata angka Reynold sebesar 112775,85 termasuk jenis aliran turbulen, dan rerata angka Froude sebesar 0,19 tipe aliran subkritis. Lalu pada bagian hilir Sungai Setail diperoleh kecepatan rerata sebesar 0.24 m/detik, debit rerata sebesar 0,96 m³/detik, rerata angka Reynold sebesar 185107,50 termasuk jenis aliran turbulen, dan rerata angka Froude sebesar 0,07 termasuk tipe aliran subkritis.

Kata kunci: Angka Froude, Angka Reynold, Kecepatan Aliran, Surfer, Sungai Setail.



1. Pendahuluan

Dalam perencanaan saluran dikenal adanya variabel bebas (*dependent variable*). Variabel bebas merupakan masukan yang terdiri dari debit air, debit sedimen dan diameter partikel dasar. Lalu variabel tak bebas merupakan hasil perhitungan yang terdiri dari lebar, kedalaman, kemiringan talud dan kemiringan dasar saluran [1].

Sungai Setail merupakan salah satu sungai besar yang ada di Banyuwangi, sumber air sungai ini berasal dari Gunung Raung, mengalir ke wilayah selatan kemudian ke wilayah timur kabupaten Banyuwangi, dan bermuara di Selat Bali atau Samudera Hindia. Sungai Setail berfungsi sebagai sumber air bersih, sebagai tempat untuk mandi, dan untuk mencuci pakaian bagi warga yang berdomisili di sekitarnya. Besarnya distribusi kecepatan aliran pada sungai Setail menimbulkan permasalahan, salah satunya yaitu peluapan air sungai yang dapat mengakibatkan banjir karena endapan sedimen yang tinggi. Masalah ini mengakibatkan meningkatnya konsentrasi sedimen melayang (*suspended load*) yang akhirnya mengalami peningkatan pengendapan di dasar sungai. Lokasi penelitian yang berada di Sub DAS Setail dibagi menjadi 3 bagian, di bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir. Dimana bagian hulu Sungai Sub DAS Setail berada di Bendung Sempu, Desa Jambewangi, Sempu, Banyuwangi [2].

Daya rusak aliran sungai Setail terbilang cukup besar, yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran dan endapan sedimen yang cukup tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya pengukuran kecepatan aliran untuk menentukan distribusi kecepatan aliran sungai Setail, agar dapat diketahui karakteristik dan jenis aliran di sungai Setail berdasarkan kriteria angka *Reynold* (*Re*) dan angka *Froude* (*Fr*). Data yang diperlukan dalam perencanaan ini adalah kecepatan dan debit, debit diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan dengan alat *current meter*. Program bantu menggunakan Surfer. Berdasarkan masalah tersebut maka perlu dilakukannya penelitian pengukuran kecepatan aliran untuk menentukan angka *Reynold* dan angka *Froude* di daerah hulu, tengah, dan hilir sungai Setail, dengan dasar untuk menentukan karakteristik hidraulik sungai Setail, dalam menanggulangi terjadinya banjir di sungai Setail Kabupaten Banyuwangi.

Beberapa penelitian terdahulu seperti penelitian [3] yang telah melakukan evaluasi distribusi kecepatan aliran dan perubahan morfologi yang terjadi. Dari hasil analisa geometri sungai dan pemodelan hidrodinamika dan arus diketahui bahwa pada saat debit banjir untuk semua kondisi pasang surut, gerakan pusaran arus/*vortex* ini bergerak menyusuri sisi luar belokan dan berbalik arah ke hulu. Kondisi ini akan berpotensi pada pengendapan/penggerusan disekitar perubahan arah arus tersebut dan tergantung pada kondisi alami tebing dan material sedimen yang terbawa. Dari

pemodelan transportasi sedimen, untuk debit banjir diperoleh kecenderungan akan terjadinya penggerusan di sisi luar belokan (pada lokasi *sheetpile*). Untuk itu diperlukan adanya penanganan yang berupa pengendalian dinamika arus aliran dan perkuatan dasar tebing.

Penelitian [4] telah melakukan analisis distribusi kecepatan aliran Sungai Musi (Ruas Sungai: Pulau Kemaro Sampai dengan Muara Sungai Komerling). Penelitian ini menggunakan metode *velocity area* untuk perhitungan debit. Kemudian Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynolds* untuk menentukan jenis aliran. Lokasi yang ditinjau dipengaruhi keadaan fisik aliran sungai berupa lebar, kedalaman dan variasi kecepatan aliran. Dalam studi ini akan dilakukan analisis distribusi kecepatan aliran agar mengetahui debit yang diperoleh, bagaimana menentukan jenis aliran yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran sungai ini, selanjutnya mengaplikasikan pola kecepatannya dengan menggunakan program Surfer 11. Data dari lapangan diolah dan dianalisis sehingga didapatkan hasil perhitungan debit dengan menggunakan *Velocity Area Method*. Menentukan jenis aliran pada sungai menggunakan metode Bilangan *Froude* dan Bilangan *Reynolds* dengan hasil yang didapat aliran turbulen dan subkritis. Penelitian sejenis terkait distribusi kecepatan aliran terhadap degradasi dasar sungai pada penelitian [5].

Penelitian [6] telah melakukan studi eksperimen distribusi kecepatan aliran sungai. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui distribusi kecepatan menggunakan metode *Point Integrated Sampling* (*PIS*) yaitu pengukuran pada titik-titik yang telah ditentukan pada arah vertikal maupun transversal. Penelitian ini menggunakan model saluran terbuka (*open channel*) dan menggunakan alat ukur tabung pitot untuk pengambilan data kecepatan. Kecepatan diukur pada titik tertentu yaitu 6 titik arah transversal dan tiap titik pengukuran arah transversal diukur 6 titik ke dalam vertikal, sehingga total pengukuran tiap tampang 36 titik yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kecepatan aliran semakin ke atas diperoleh kondisi maksima 0,86d. sebaliknya, semakin mendekati dasar saluran nilai kecepatan aliran semakin kecil bahkan mendekati nol. Kurva kecepatan pada penampang metintang berbentuk parabolik. Ini berarti semakin mendekati tengah saluran maka semakin besar nilai kecepatan yang diperoleh.

Penelitian [2], hasil penelitian menunjukkan bahwa muatan sedimen mempengaruhi sedimentasi saluran irigasi yang berdampak terhadap fluktuasi debit irigasi untuk pengairan irigasi. Terkait karakteristik debit-sedimen seperti pada penelitian [7], [8]. Hasil formulasi muatan sedimen di hulu sungai besar terhadap debit irigasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Formulasi Muatan Sedimen Di Hulu Sungai Besar Terhadap Debit Irigasi [2]

Sungai	Formulasi <i>Suspended Load</i>		Formulasi <i>Bed Load</i>	
	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
Tambong	$Y = 1.1197x^{1.0079}$	$Y = 0.0074x^{3.4886}$	$Y = 0.377x^{1.1403}$	$Y = 0.2405x - 0.2703$
Bomo	$Y = 0.3699x^{3.2929}$	$Y = 0.0439x - 0.0127$	$Y = 1.3797\ln(x) - 1.3327$	$Y = 0.0787\ln(x) + 0.0781$
Setail	$Y = 0.2352x^2 - 1.6205x + 5.9756$	$Y = 0.096x^{2.2936}$	$Y = 0.1354x^{1.682}$	$Y = 0.0216x - 0.0222$
Baru	$Y = 2.9019x^{0.5347}$	$Y = 0.0056x^{2.9503}$	$Y = 0.0029x^2 - 0.0487x + 0.2816$	$Y = 0.3096x^{1.4924}$

superkritis, gaya inersia yang sangat menonjol, sehingga aliran mempunyai kecepatan tinggi dan cepat [9].

2. Metode Penelitian

2.1 Karakteristik Hidraulik Sungai

Karakteristik hidraulik sungai yang meliputi kecepatan aliran, debit, jenis aliran dan tipe aliran. Aliran saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi berbagai jenis dan diuraikan dengan berbagai cara. Jenis aliran terbuka dapat dibagi menjadi dua yaitu aliran laminar dan turbulen. Tipe aliran dibagi menjadi aliran kritis, aliran subkritis dan aliran super kritis, sedangkan macam aliran dibagi menjadi aliran tetap dan tidak tetap serta aliran seragam dan tidak seragam [1].

Pada tahun 1884 Osborne Reynolds melakukan percobaan untuk menunjukkan sifat-sifat aliran laminar dan turbulen. Berdasarkan pada percobaan aliran di dalam pipa, Reynolds menetapkan bahwa untuk bilangan Reynolds dibawah 500, aliran pada kondisi tersebut adalah laminar. Aliran akan turbulen apabila bilangan Reynolds lebih besar 1000. Pada umumnya tipe aliran melalui saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar. Angka *Reynolds* mempunyai persamaan [9]:

$$Re = \frac{VL}{\nu} \tag{1}$$

Dengan :

Re = Bilangan *Reynolds*

V = Kecepatan aliran (m/s)

L = Panjang karakteristik (m)

ν = Viskositas (m^2/s)

Panjang karakteristik yang dimaksud dari percobaan *Reynolds* adalah diameter pipa saluran tertutup (D). Sedangkan untuk saluran terbuka panjang karakteristik diambil sama dengan jari-jari hidraulik (R).

Laminar : $Re < 500$

Transisi : $500 < Re < 12500$

Turbulen : $Re > 12500$

Viskositas atau kekentalan dari suatu cairan adalah salah satu sifat cairan yang menentukan besarnya perlawanan terhadap gaya geser. Viskositas dapat dikorelasikan dengan suhu air dengan rumus [1]:

$$\nu = (1,14 - 0,031 \cdot (T^\circ - 15) + 0,00068 \cdot (T^\circ - 15)^2) \times 10^{-6} \tag{2}$$

Penentuan tipe aliran dapat didasarkan pada nilai angka *Froude* (Fr). Aliran adalah sub kritis apabila $Fr < 1$, kritis apabila $Fr = 1$, dan super kritis apabila $Fr > 1$. Jika $F < 1$ aliran bersifat subkritis, dalam keadaan ini peranan gaya tarik bumi lebih menonjol, dan bila $F > 1$, aliran bersifat

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} \tag{3}$$

Dengan :

Fr = Bilangan *Froude*

V = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

y = Panjang karakteristik/kedalaman hidrolis (m)

2.1 Bagian Hulu

Bagian hulu ini berada di atas Bendung Jambewangi, Desa Jambewangi, Kecamatan Sempu, Kabupaten Banyuwangi. Pengukuran kecepatan aliran sungai dengan menggunakan *Current Meter* dilakukan di dasar dan di tengah kedalaman sungai. Per pias dilakukan 5 segmen pengukuran dengan jarak titik pengambilan per segmen ± 25 meter. Karena dibagian hulu sungai ini memiliki cabang, maka dibagian hulu terdapat 3 area pengukuran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Bagian Hulu Sungai Setail (Google Maps, 2019)

2.2 Bagian Tengah

Bagian tengah ini berada di jembatan Genteng, Genteng, Banyuwangi. Pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan *Current Meter*. Per pias dilakukan 3 segmen pengukuran dengan jarak titik per segmen ± 25 meter. dibagian tengah terdapat 3 area pengukuran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian di Bagian Tengah Sungai Setail (Google Maps, 2019)

2.3 Bagian Hilir

Bagian hilir ini berada di Desa Kradenan, Purwoharjo, Banyuwangi. Pengukuran kecepatan dengan menggunakan *Current Meter*. Jarak titik pengambilan per segmen ± 25 meter. Dibagian hilir ini terdapat 1 area pengukuran yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi Penelitian di Bagian Hilir Sungai Setail (Google Maps, 2019)

2.4 Data Primer

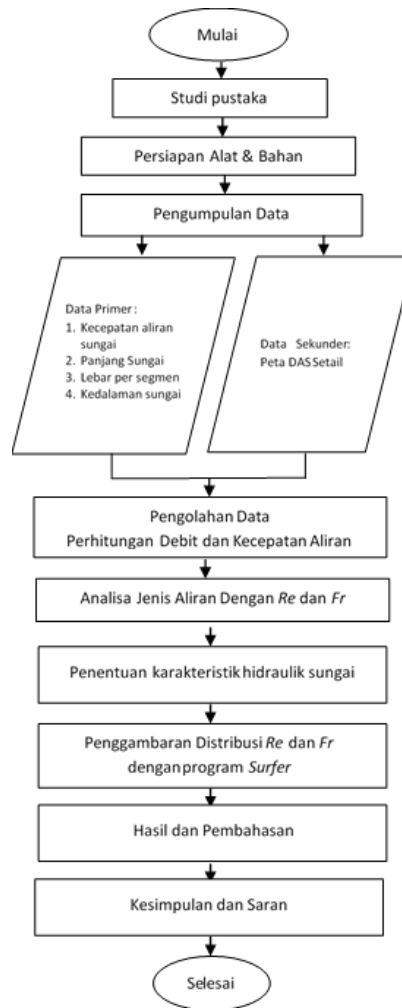
Data primer meliputi pengukuran panjang, pengukuran lebar per segmen, pengukuran kedalaman tiap segmen pada ruas sungai, pengukuran elevasi, menentukan koordinat, pengukuran kecepatan aliran dan debit menggunakan *Current Meter*. Per segmen melintang pada ruas sungai dibagi 6 titik pengukuran.

2.5 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan yaitu data peta Sub DAS Setail untuk menentukan lokasi studi.

2.6 Flowchart Penelitian

Untuk tahapan dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Pengolahan Data *Surfer*

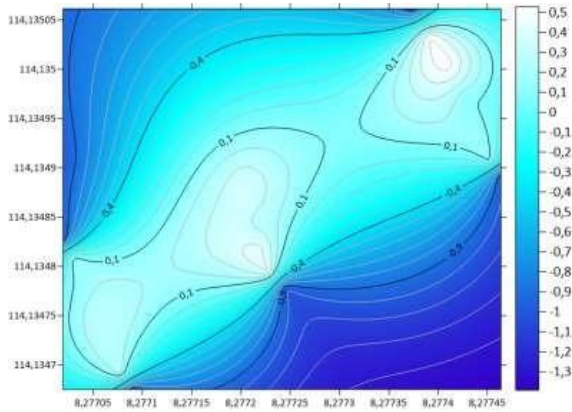
Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi dengan mendasarkan pada *grid*. Perangkat lunak ini melakukan plotting data tabular X,Y,Z tak beraturan menjadi lembar titik-titik segi empat (*grid*) yang beraturan. *Grid* adalah serangkaian garis vertikal dan horisontal yang dalam *surfer* berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur.

3.2 Hasil *Output* Program *Surfer*

Perlu diketahui pada gambar hasil *output surfer* bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini arah utara berada pada sisi sebelah kiri gambar. Karena pada program *surfer* ini mengacu pada titik koordinat mulai dari nilai yang terkecil sampai yang terbesar.

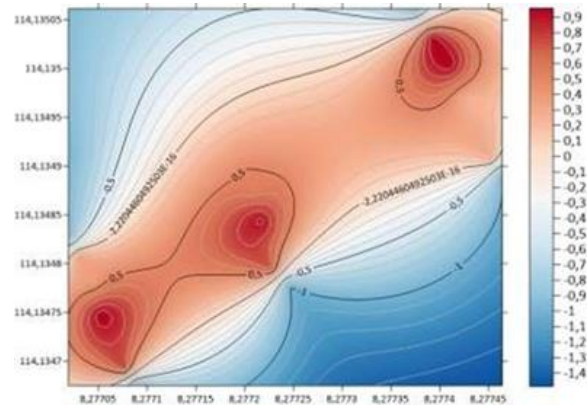
3.2.1 Hasil Pengolahan Data Bagian Hulu Sungai Setail

Setelah dilakukan pengolahan data seperti cara di atas, maka diperoleh distribusi aliran hasil sebagai berikut:



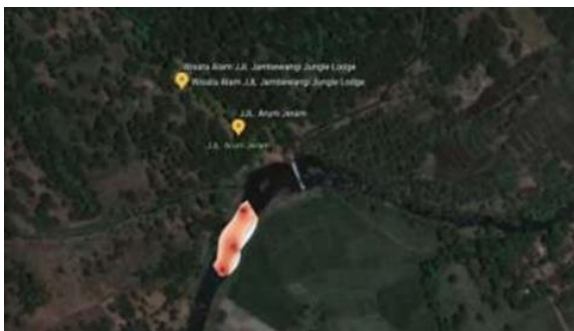
Gambar 5. Kontur Kedalaman Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 5. dijelaskan hasil *output surfer* kontur kedalaman hulu Sungai Setail yang memiliki kedalaman terdalam sebesar 0,5 m ditandai dengan gradasi warna putih, kedalaman terendah sebesar 0,1 m ditandai dengan gradasi warna hijau pupus, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.



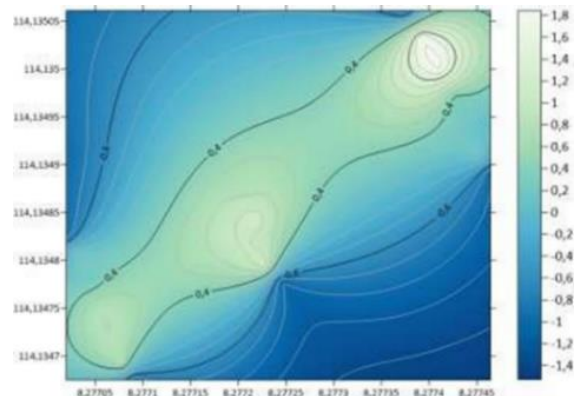
Gambar 6. Distribusi Kecepatan Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 6. dijelaskan hasil *output surfer* distribusi kecepatan hulu Sungai Setail yang memiliki kecepatan aliran tertinggi sebesar 0,9 m/dt ditandai dengan gradasi warna merah, kecepatan terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru. Berikut adalah gambar kecepatan aliran sungai bagian hulu Sungai Setail yang berlokasi di Jambewangi.



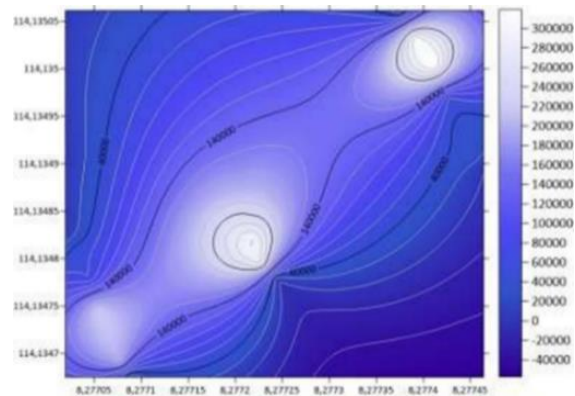
Gambar 7. Lokasi Distribusi Kecepatan Bagian Hulu Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 7, bahwa di lokasi hulu Sungai Setail ini memiliki warna. Warna merah, putih lalu biru yang terlihat menunjukkan tingkat kecepatan aliran yang disurvei.



Gambar 8. Distribusi Debit Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 8. dijelaskan hasil *output surfer* distribusi debit hulu Sungai Setail yang memiliki memiliki debit tertinggi sebesar 1,8 m³/detik. ditandai dengan gradasi warna putih, debit terendah sebesar 0,1 m³/dt ditandai dengan gradasi warna hijau, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.



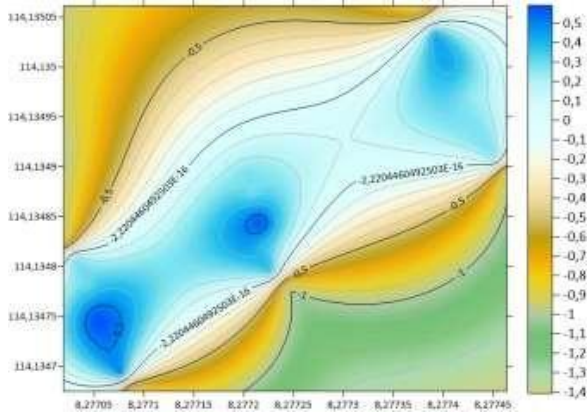
Gambar 9. Distribusi Angka Reynold Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 9. dapat dilihat bahwa di Bagian Hulu memiliki angka Reynold tertinggi 300000. Dan rata-rata sebesar $Re = 178928,36$. Jadi di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk jenis aliran turbulen dikarenakan $Re > 12500$. Berikut adalah gambar distribusi Reynold bagian hulu Sungai Setail yang berlokasi di Jambewangi.



Gambar 10. Lokasi Distribusi Reynold Bagian Hulu Sungai Setail

Dari Gambar 11, dapat dilihat bahwa di bagian hulu Sungai Setail memiliki angka *Froude* tertinggi 0,5 ditandai dengan gradasi warna biru yang paling besar disekitar area tersebut. Hal ini dibuktikan oleh skala warna yang ada disamping kanan gambar bahwa warna biru memiliki angka *Froude* lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk tipe aliran subkritis dikarenakan $Fr < 1$.



Gambar 11. Distribusi Angka *Froude* Bagian Hulu Sungai Setail

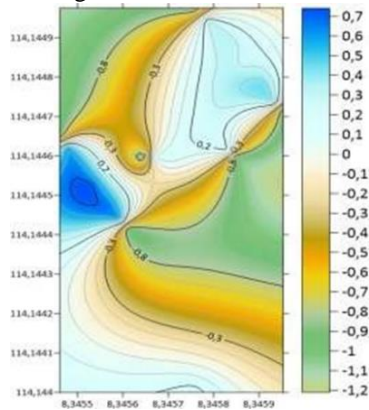


Gambar 12. Lokasi Distribusi Angka *Froude* Bagian Hulu Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 12. bahwa di lokasi hulu Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna biru, biru muda dan putih yang terlihat menunjukkan distribusi *Froude* yang disurvei.

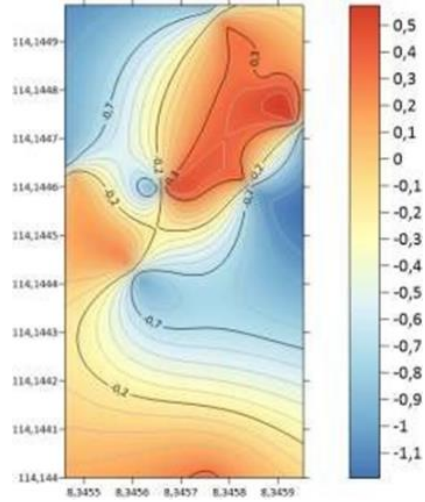
3.2.2 Hasil Pengolahan Data Bagian Tengah Sungai Setail

Lokasi penelitian Bagian Tengah Sungai Setail berada di Jembatan Genteng.



Gambar 13. Kontur Kedalaman Bagian Tengah Sungai Setail
DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.433>

Dari Gambar 13, dijelaskan hasil output surfer kontur kedalaman tengah Sungai Setail yang memiliki kedalaman terdalam sebesar 0,7 m ditandai dengan gradasi warna biru, kedalaman terendah sebesar 0,1 m ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna hijau.



Gambar 14. Distribusi Kecepatan Bagian Tengah Sungai Setail

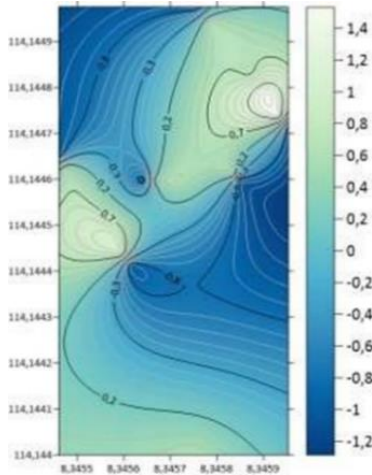
Dari Gambar 14, dijelaskan hasil output surfer distribusi kecepatan tengah Sungai Setail yang memiliki kecepatan aliran tertinggi sebesar 0,5 m/dt ditandai dengan gradasi warna merah. Kecepatan terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.

Berikut adalah gambar kecepatan aliran sungai bagian tengah Sungai Setail yang berlokasi di Upstream Jembatan Genteng.



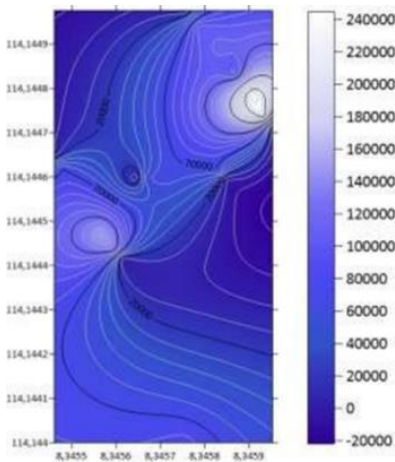
Gambar 15. Lokasi Distribusi Kecepatan Bagian Tengah Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 15, bahwa di lokasi tengah Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna merah, putih dan biru yang terlihat menunjukkan tingkat kecepatan aliran yang disurvei.



Gambar 16. Distribusi Debit Bagian Tengah Sungai Setail

Dari Gambar 16, dijelaskan hasil *output surfer* distribusi debit tengah Sungai Setail yang memiliki memiliki debit tertinggi sebesar 1,4 m³/detik. ditandai dengan gradasi warna putih, debit terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna hijau, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.



Gambar 17. Distribusi Angka Reynold Bagian Tengah Sungai Setail

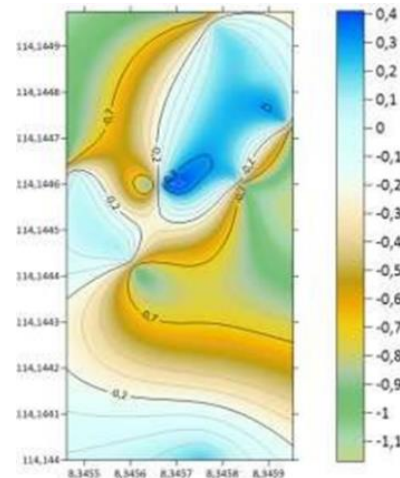
Dari Gambar 17, dapat dilihat bahwa di bagian tengah memiliki angka Reynold tertinggi 300000. Dan rata-rata sebesar $Re = 178928,36$. Jadi di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk jenis aliran turbulen dikarenakan $Re > 12500$.

Berikut adalah gambar distribusi *Reynolds* bagian tengah Sungai Setail yang berlokasi di Upstream Jembatan Genteng.



Gambar 18. Lokasi Distribusi *Reynolds* Bagian Tengah Sungai Setail
DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.433>

Dapat dilihat pada Gambar 18, bahwa di lokasi Tengah Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna putih, biru dan ungu yang terlihat menunjukkan distribusi *Reynolds* yang disurvei.



Gambar 19. Distribusi Angka *Froude* Bagian Tengah Sungai Setail

Dari Gambar 19, dapat dilihat bahwa di bagian tengah Sungai Setail memiliki angka *Froude* tertinggi 0,5 ditandai dengan gradasi warna biru yang paling besar disekitar area tersebut. Hal ini dibuktikan oleh skala warna yang ada disamping kanan gambar bahwa warna biru memiliki angka *Froude* lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk tipe aliran subkritis dikarenakan $Fr < 1$. Berikut adalah gambar distribusi *Froude* bagian Tengah Sungai Setail yang berlokasi di Upstream Jembatan Genteng:

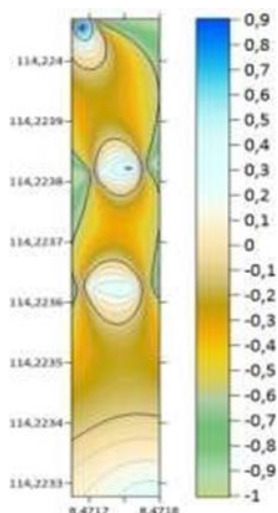


Gambar 20. Lokasi Distribusi *Froude* Bagian Tengah Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 20 bahwa di lokasi tengah Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna biru, biru muda dan putih yang terlihat menunjukkan distribusi *Froude* yang disurvei.

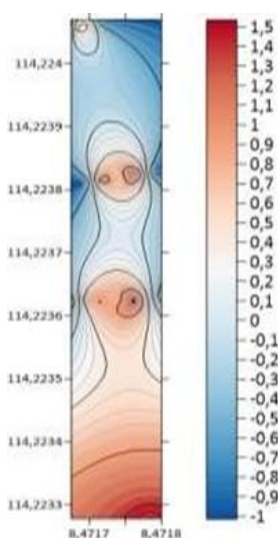
3.2.3 Hasil Pengolahan Data Bagian Hilir Sungai Setail

Lokasi penelitian Bagian Hilir Sungai Setail berada di Upstream Jembatan Kradenan, Krajan, Purwoharjo.



Gambar 21. Kontur Kedalaman Bagian Hilir Sungai Setail

Dari Gambar 21, dijelaskan hasil *output surfer* kontur kedalaman tengah Sungai Setail yang memiliki kedalaman terdalam sebesar 0,9 m ditandai dengan gradasi warna biru, kedalaman terendah sebesar 0,1 m ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna hijau.



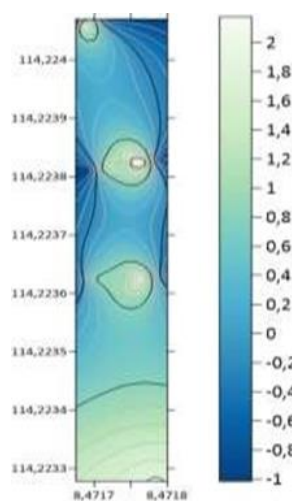
Gambar 22. Distribusi Kecepatan Bagian Hilir Sungai Setail

Dari Gambar 22, dijelaskan hasil *output surfer* distribusi kecepatan hilir sungai Setail yang memiliki kecepatan aliran tertinggi sebesar 1,5 m/dt ditandai dengan gradasi warna putih. Kecepatan terendah sebesar 0,1 m/dt ditandai dengan gradasi warna putih, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru tua. Berikut adalah gambar kecepatan aliran sungai bagian hilir Sungai Setail yang berlokasi di *Upstream* Jembatan Kradenan, Krajan, Purwoharjo.



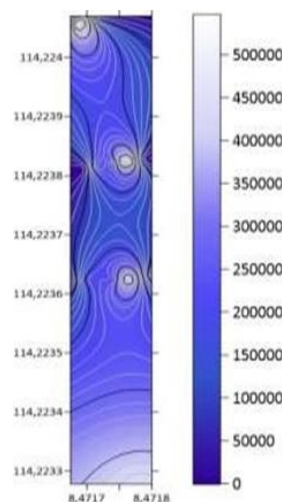
Gambar 23. Lokasi Distribusi Kecepatan Bagian Hilir Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 23, bahwa di lokasi tengah Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna merah, putih dan biru yang terlihat menunjukkan tingkat kecepatan aliran yang disurvei.



Gambar 24. Distribusi Debit Bagian Hilir Sungai Setail

Dari Gambar 24, dijelaskan hasil *output surfer* distribusi debit hilir Sungai Setail yang memiliki memiliki debit tertinggi sebesar 2 m³/detik. ditandai dengan gradasi warna putih, debit terendah sebesar 0,1 m³/dt ditandai dengan gradasi warna hijau, lalu area sempadan sungai ditandai dengan gradasi warna biru.



Gambar 25. Distribusi Angka Reynolds Bagian Hilir Sungai Setail

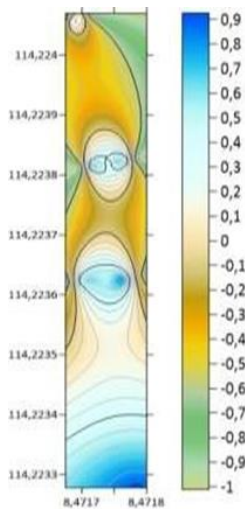
Dari Gambar 25, dapat dilihat bahwa di Bagian Hulu memiliki angka *Reynolds* tertinggi 500000. Dan rata-rata sebesar $Re = 178928,36$. Jadi di bagian hilir Sungai Sub DAS Setail ini termasuk jenis aliran turbulen dikarenakan $Re > 12500$.

Berikut adalah gambar distribusi *Reynolds* bagian hilir Sungai Setail yang berlokasi di *Upstream* Jembatan Kradenan, Krajan, Purwoharjo.



Gambar 26. Lokasi Distribusi *Reynolds* Bagian Hilir Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 26 bahwa di lokasi hilir Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna putih, biru dan ungu yang terlihat menunjukkan distribusi *Reynolds* yang disurvei.



Gambar 27. Distribusi Angka *Froude* Bagian Hilir Sungai Setail

Dari Gambar 27, dapat dilihat bahwa di bagian hulu Sungai Setail memiliki angka *Froude* tertinggi 0,9 ditandai dengan gradasi warna biru yang paling besar di sekitar area tersebut. Hal ini dibuktikan oleh skala warna yang ada disamping kanan gambar bahwa warna biru memiliki angka *Froude* lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan di bagian hulu Sungai Sub DAS Setail ini termasuk tipe aliran subkritis dikarenakan $Fr < 1$.

Berikut adalah gambar distribusi *Froude* bagian hilir Sungai Setail yang berlokasi di *Upstream* Jembatan Kradenan, Krajan, Purwoharjo.



Gambar 28. Lokasi Distribusi *Froude* Bagian Hilir Sungai Setail

Dapat dilihat pada Gambar 28 bahwa di lokasi hilir Sungai Setail ini memiliki beberapa warna. Warna biru, biru muda dan putih yang terlihat menunjukkan distribusi *Froude* yang disurvei.

3.3 Rekapitulasi Hasil *Output Surfer*

Berdasarkan Tabel 2, pada bagian hulu Sungai Setail memiliki kecepatan aliran maksimal sebesar 0,93 m/detik. Dengan kecepatan rerata sebesar 0,63 m/detik. Debit maksimal sebesar 1,77 m³/detik. Dengan debit rerata sebesar 0,77 m³/detik. Rerata *Reynolds* sebesar 178928,36 sehingga termasuk jenis aliran *turbulen*. Rerata *Froude* sebesar 0,38 sehingga termasuk tipe aliran subkritis.

Sedangkan pada bagian tengah Sungai Setail memiliki kecepatan aliran maksimal sebesar 0,55 m/detik. Dengan kecepatan rerata sebesar 0,32 m/detik. Debit maksimal sebesar 1,56 m³/detik. Dengan debit rerata sebesar 0,77 m³/detik. Rerata *Reynolds* sebesar 112775,85 sehingga termasuk jenis aliran *turbulen*. Rerata *Froude* sebesar 0,19, sehingga termasuk tipe aliran subkritis.

Lalu pada bagian hilir Sungai Setail kecepatan aliran maksimal sebesar 1,37 m/detik, dengan kecepatan rerata sebesar 0,84 m/detik. Debit maksimal sebesar 2,10 m³/detik, dengan debit rerata sebesar 1,37 m³/detik. Rerata *Reynold* sebesar 185107,50 sehingga termasuk jenis aliran *turbulen*. Rerata *Froude* sebesar 0,07 sehingga termasuk tipe aliran subkritis.

4. Kesimpulan

Hasil penentuan Angka *Reynolds* dan Angka *Froude* Sungai Setail dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Bagian Hulu Sungai Setail mempunyai rerata Angka *Reynolds* (*Re*) sebesar 178928,36 sehingga tergolong jenis aliran turbulen karena nilai *Re* lebih dari 12500 ($Re > 12500$), dan rerata Angka *Froude* (*Fr*) sebesar 0,38 sehingga tergolong tipe aliran subkritis karena nilai *Fr* kurang dari 1 ($Fr < 1$).
- Bagian Tengah Sungai Setail mempunyai rerata Angka *Reynolds* (*Re*) sebesar 112775,85 sehingga tergolong jenis aliran turbulen karena nilai *Re* lebih dari 12500 ($Re > 12500$), dan rerata Angka *Froude* (*Fr*) sebesar 0,19 sehingga tergolong tipe aliran subkritis karena nilai *Fr* kurang dari 1 ($Fr < 1$).
- Bagian Hilir Sungai Setail mempunyai rerata Angka *Reynolds* (*Re*) sebesar 185107,50 sehingga tergolong

jenis aliran turbulen karena nilai Re lebih dari 12500 ($Re > 12500$), dan rerata Angka *Froude* (Fr) sebesar 0,07 sehingga tergolong tipe aliran subkritis karena nilai Fr kurang dari 1 ($Fr < 1$).

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Karakteristik Hidraulik Sungai Setail

No.	Lokasi	Kecepatan (m/det)		Debit (m ³ /det)		<i>Reynolds</i> (Re)		<i>Froude</i> (Fr)		Jenis Aliran	Tipe Aliran
		Rerata	Max	Rerata	Max	Rerata	Max	Rerata	Max		
1	Hulu (Bendung Jambewangi)	0,63	0,93	0,77	1,77	1789288,36	321776,45	0,38	0,60	Turbulen	Subkritis
2	Tengah (Jembatan Genteng)	0,32	0,55	0,77	1,56	112775,85	248675,13	0,19	0,41	Turbulen	Subkritis
3	Hilir (Jembatan Kradenan)	0,84	1,52	1,37	2,10	185107,50	324972,11	0,07	0,10	Turbulen	Subkritis

Jadi dapat disimpulkan, jika kecepatan aliran sungai tinggi dan terjadi curah hujan tinggi maka tingkat peluapan air pada sungai semakin tinggi. Begitupun sebaliknya jika kecepatan aliran rendah maka tingkat peluapan air pada sungai semakin rendah.

[8] A. T. Dewi, Z. Erwanto and Y. Ulfiyati, "Studi Korelasi Debit Sungai Dan Suspended Load Pada Upstream Bendung Di Hulu Sungai-Sungai Besar Kabupaten Banyuwangi," *Jurnal Logic*, vol. 18, no. 1, pp. 1-7, 2018.

[9] J. M. K. Dake, E. Tachiyon and Y. P. Pangaribuan, *Hidrolika Teknik*, Jakarta: Erlangga, 1985.

Daftar Rujukan

- [1] F. Junaidi, "Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai Dengan Pulau Kemaro)," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [2] Z. Erwanto, D. D. Pranowo, D. S. W. P. J. Widakdo, and N. S. R. Wilujeng, "The Influence of Sediment Loads on the Irrigation Discharge in The Upstream and Downstream of the Major River in Banyuwangi Regency," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 207, no. 012066, pp. 1-14, 2018.
- [3] D. Wahyuni, "Evaluasi Distribusi Kecepatan Aliran di Belokan Sungai Jelarai dan Perubahan Morfologi," *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 45-54, 2014.
- [4] A. Putra, Pengaruh Hubungan Tata Guna Lahan Dengan Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Malalayang, Manado: Universitas Sam Ratulangi, 2014.
- [5] Z. Erwanto and A. N. I. Sugata, "The effect of river flow velocity distribution on indications of the occurrence of degradation of the Tambong River basin," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1450, no. 1, p. 012030, 2020.
- [6] S. Umar, "Studi Eksperimen Distribusi Kecepatan Aliran Sungai," *Jurnal POROS TEKNIK*, vol. 7, no. 1, pp. 1-53, 2015.
- [7] F. Y. Wardani, Z. Erwanto and Y. Ulfiyati, "Studi Muatan Suspended Load Dan Bed Load Pada Upstream Bendung Di Hulu Sungai-Sungai Besar Kabupaten Banyuwangi," *Jurnal Logic*, vol. 18, no. 1, pp. 12-19, 2018.