

# KAJIAN DINAMIKA HIDROLIS ALIRAN SUNGAI WANGGU YANG MASUK TELUK KENDARI SERTA ALTERNATIF UPAYA PENGENDALIAN DENGAN *HIDROLIK MURNI DAN INTEGRAL EKO-HIDROLIK (Ramah Lingkungan)*

**Weka Adi Suryawan**  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Haluoleo  
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu  
Kendari 93721  
wekaadisuryawan@yahoo.co.id

**Ahmad Syarif Sukri**  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Haluoleo  
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu  
Kendari 93721  
ahmadsyariefsukri@y.mail.com

## Abstract

In the problems Wanggu river and Kendari Bay of flooding, landslide, and sedimentation / siltation hit, it is necessary to study further the cause of various disconstruction. It should be clarified whether caused by human error during the engineering is done or occurs because of natural disasters only.

There are three data collection techniques used in this study the hydraulic dynamics, namely surveys and field measurement techniques: methods of collecting data by conducting surveys and direct field measurements, laboratory testing technique: a method of collecting data by conducting experiments in laboratory, library studies: methods gathering information by looking at textbooks, research journals, and other relevant materials as a theoretical basis in this study.

Flow characteristics are Turbulent, sub-critical, super-critical, unsteady, and non uniform. Location 3 to the location 2 increased bed load and location 2 to the location 1 bed load has decreased. The amount of sediment transport in areas without mangroves is 54.96 g / min, while the amount of sediment transport in mangrove area is 50.20 grams / minute. Based on the analysis and visualization in the field, the degradations and aggradations occurs on downstream Wanggu river in all the research station. Wanggu river development solutions in the form of pure Hydraulics (Ground Sill, Krib and Revetment) and Integral Eco-Hydraulics (Vegetation Conservation, public awareness and understanding of the formation of community care Wanggu river).

**Keywords:** Hydraulic Dynamics, Pure Hydraulic, Integral Eco-Hydraulic

## Abstrak

Di tengah permasalahan sungai Wanggu dan Teluk Kendari berupa banjir, longsor, dan sedimentasi/pengendapan yang melanda, maka perlu dikaji lebih jauh penyebab dari berbagai diskonstruksi tersebut. Perlu diklarifikasi apakah disebabkan oleh kesalahan rekayasa manusia yang selama ini dikerjakan atau terjadi karena bencana alam belaka.

Terdapat beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian Dinamika hidrolis ini, yaitu Teknik survei dan pengukuran lapangan: metode pengumpulan data dengan cara melakukan survei dan pengukuran langsung dilapangan, teknik pengujian di laboratorium: metode pengumpulan data dengan melakukan eksperimen di Laboratorium, kajian Pustaka: metode pengumpulan informasi dengan cara mencermati buku-buku teks, jurnal-jurnal penelitian, dan bahan lainnya yang relevan sebagai landasan teori dalam penelitian ini.

Karakteristik aliran adalah Turbulen, sub kritis, super kritis, tidak permanen dan tidak seragam. Lokasi 3 menuju ke lokasi 2 mengalami peningkatan sedimen *bed load* dan pada lokasi 2 menuju ke lokasi 1 mengalami penurunan sedimen *bed load*. Besarnya *transport* sedimen pada kawasan tanpa bakau adalah 54,96 gram/menit, sedangkan besarnya *transport* sedimen pada kawasan bakau adalah 50,20 gram/menit. Berdasarkan analisa dan visualisasi di lapangan, terjadi degradasi dan agradasi di hilir sungai Wanggu di semua stasiun penelitian. Solusi pembangunan sungai Wanggu berupa Hidrolik murni (*Ground Sill, Krib* dan *Revetment*) maupun Integral Eko-Hidrolik (Konservasi Vegetasi, Pemahaman kesadaran masyarakat dan pembentukan komunitas peduli sungai Wanggu).

**Kata kunci:** Dinamika hidrolis, Hidrolik murni, Integral eko-hidrolik

## PENDAHULUAN

Usaha pemanfaatan potensi sungai secara besar-besaran dalam beberapa dasawarsa terakhir ini sangat intensif terutama di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Metode, pola, dan cara pembangunan dan pemanfaatan sungai negara berkembang ini pada umumnya meniru total cara-cara yang dilakukan oleh negara-negara maju abad-abad sebelumnya (Agus Maryono, 2007).

Di tengah permasalahan sungai Wanggu dan Teluk Kendari berupa banjir, longsor, dan sedimentasi/pengendapan yang melanda, maka perlu dikaji lebih jauh penyebab dari berbagai diskonstruksi tersebut. Perlu diklarifikasi apakah disebabkan oleh kesalahan rekayasa manusia yang selama ini dikerjakan atau terjadi karena bencana alam belaka.

Berpijak pada uraian di atas, perlu adanya kajian dinamika hidrolis sungai Wanggu yang masuk ke teluk Kendari (muara sungai Wanggu) yang akan digunakan untuk pencapaian solusi pembangunan sungai itu sendiri baik secara *hidrolik murni* maupun yang lebih ramah lingkungan yaitu *Integral eko-hidrolik*.

Penelitian ini mencoba mengupas permasalahan sungai Wanggu dari sisi dinamika hidrolis, dimana permasalahan sungai Wanggu itu sendiri merupakan satu kontribusi permasalahan Teluk Kendari (utamanya sedimentasi).

Beberapa hal yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini antara lain bagaimana karakteristik aliran sungai Wanggu, angkutan sedimen dasar (*bed load*) sungai Wanggu yang masuk ke teluk Kendari sehingga berkontribusi dalam degradasi sungai Wanggu dan sedimentasi teluk Kendari, serta menganalisis alternatif upaya pengendaliannya baik secara *hidrolik murni* maupun yang lebih ramah lingkungan yaitu *Integral eko-hidrolik*.

## TINJAUAN PUSTAKA

Volume aliran yang mengalir pada suatu penampang basah persatuan waktu ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ) atau debit berbanding lurus dengan luas penampang dan kecepatan aliran.

$$Q = A \times V \quad (1)$$

Keterangan:

Q = Debit ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

A = Luas penampang ( $\text{m}^2$ )

V = Kecepatan aliran rata-rata ( $\text{m}/\text{det}$ )

(Chow, 1992)

Untuk mengidentifikasi aliran laminar dan turbulen digunakan bilangan Reynolds:

Bila  $Re < 500$  = aliran laminar

$500 < Re < 1000$  = aliran transisi

$Re > 1000$  = aliran turbulen

$$Re = \frac{\dots \cdot V \cdot h}{\sim} \quad (2)$$

Keterangan:

Re = Bilangan Reynolds

... = Rapat massa zat cair ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

V = Kecepatan aliran ( $\text{m}/\text{detik}$ )

h = Kedalaman karakteristik (m)

~ = Viskositas dinamik ( $\text{kg}/\text{m} \cdot \text{detik}$ )

(Chow, 1992).

Aliran *steady flow* (aliran tetap) adalah aliran dimana kedalaman aliran tidak berubah atau konstan dalam jangka waktu tertentu, sedangkan bila kedalamannya berubah maka disebut aliran *unsteady flow* (aliran tidak tetap) (Chow, 1992).

Energi aliran juga dapat menentukan karakteristik aliran sungai. Untuk itu dapat dilihat dari besar kecilnya angka Froude.

Bila harga  $F \longrightarrow < 1$  aliran lambat (sub kritis)  
 $F \longrightarrow = 1$  aliran kritis  
 $F \longrightarrow > 1$  aliran super kritis (cepat)

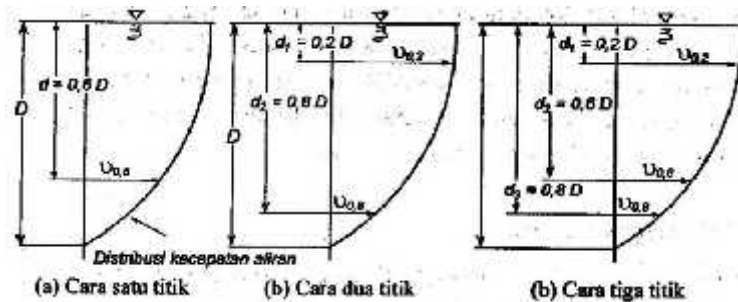
$$F = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (3)$$

Keterangan:

$F$  = Bilangan Froude  
 $V$  = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)  
 $g$  = Percepatan gravitasi bumi (m/det<sup>2</sup>)  
 $h$  = Kedalaman air rata-rata (m)

(Chow, 1992).

Dalam menghitung kecepatan aliran sungai rata-rata  $\bar{V}$  disetiap vertikal dengan alat *current meter* dapat ditentukan dengan metode berikut ini;



**Gambar 1.** Pengukuran kecepatan pada vertikal

Metode tiga titik, yang menghitung kecepatan rerata berdasar kecepatan pada 0,2; 0,6 dan 0,8 kedalaman.

$$V = \frac{v_{0,2} + v_{0,6} + v_{0,8}}{3} \quad (4)$$

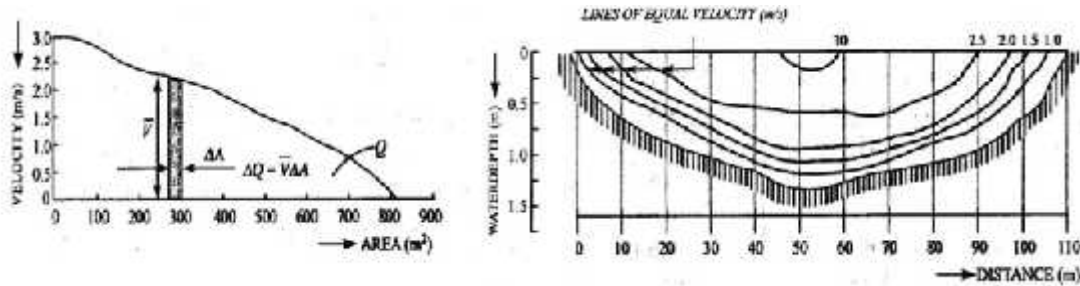
atau

$$V = \frac{v_{0,2} + v_{0,6} + v_{0,8}}{3} \quad (5)$$

Menghitung debit sungai dilakukan dengan membagi lebar sungai menjadi sejumlah pias, dengan lebar dapat dibuat sama atau berbeda.

Metode kontur kecepatan

Berdasar data kecepatan terukur di sejumlah titik di seluruh vertikal, dibuat kurva yang mempunyai kecepatan sama seperti pada gambar 2. Mulai dari garis kontur tersebut dan muka air dengan menggunakan planimeter. Selanjutnya dibuat diagram dengan ordinat adalah kecepatan dan absis adalah luasan yang dibatasi oleh kurva kecepatan dan permukaan air. Luasan yang dibatasi oleh kurva kecepatan dan sumbu x serta sumbu y diukur dengan planimeter, dan hasilnya adalah debit melalui tampang lintang tersebut.



Gambar 2. Metode kontur kecepatan

Untuk menghitung volume sedimen muatan dasar (*bed load*) ini, dapat digunakan persamaan Schoklitsch sebagai berikut:

$$q_s = 2,500 \times S^{2/3} (q_{cr} - q) \quad (6)$$

Keterangan:

$$q = h \times v$$

v = kecepatan aliran (m/detik)

h = kedalaman air (m)

$$q_{cr} = 0,6 \cdot \frac{d^{3/2}}{S^{7/6}}$$

S = kemiringan sungai

Untuk mengetahui besarnya sedimen per tahun dipakai persamaan:

$$Gb = B \times q_s \quad (7)$$

Keterangan:

Gb = besarnya sedimen pertahun (ton/tahun)

B = lebar sungai (m)

q<sub>s</sub> = berat *bed load* persatuan lebar persatuan (kg/det.m)

(Vanoni, 1989)

Einstein menetapkan persamaan *bed Load* sebagai persamaan yang menghubungkan gerak bahan dasar dengan aliran setempat (*local flow*). Persamaan itu melukiskan keseimbangan pertukaran butiran dasar sungai antara *bed layer* dan dasarnya. (endapan berimbang dengan gerusan).

$$F(\phi, \psi) = 0$$

Frijlink mengusulkan rumus lain dengan memperhatikan pengaruh konfigurasi dasar sungai secara khusus sebagai berikut ini. Menurut frijlink dapat dituliskan *ripple factor* sebagai berikut;

$$\mu = \left( \frac{c}{c_{d9}} \right)^{3/2}$$

Dimana;

$$c = 18 l_0 \frac{12R}{k}$$

$$C_{d_{90}} = 18 \text{ li } \frac{12R}{d_{90}}$$

Jadi

$C$  = koefisien Chezy total

$C_{d_{90}}$  = koefisien Chezy akibat kekasaran butiran dengan diameter  $d_{90}$

Untuk dasar rata  $C = C_{d_{90}}$  maka  $\mu = 1$

Menurut Frijlink hubungan antara parameter *bed load* dengan parameter aliran dapat dijabarkan sebagai berikut ini;

$$\frac{T_b}{d_m \sqrt{g}} = 5 e^{-1,2} \frac{\Delta d_m}{\mu R} \quad (8)$$

Keterangan;

$T_b$  = Volum sedimen (padat) tiap lebar sungai tiap satuan waktu ( $m^3/m \cdot det$ )

$d_m$  = diameter median =  $d_{50}$

$\mu$  = ripple factor

$R$  = radius hidraulik

$I$  = kemiringan

$\Delta$  = rapat massa relative =  $\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}$

Studi model ada dua tipe yaitu model matematik dan model fisik. Model matematik dapat digunakan apabila permasalahan yang ada dapat dirumuskan secara matematis. Model fisik di klasifikasikan dalam dua tipe yaitu model tak distorsi dan model distorsi. Pada model tak distorsi bentuk geometrik antara model dan prototip adalah sama tetapi berbeda ukuran dengan suatu perbandingan ukuran atau skala tertentu, sedangkan model distorsi bentuk geometrik antara model dan prototip tidak sama. Model ini banyak digunakan apabila prototip mempunyai dimensi horizontal yang jauh lebih besar dari dimensi vertical seperti sungai, pelabuhan, dan sebagainya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di Muara sungai wanggu/di hilir sungai Wanggu yang berada di daerah administratif kota Kendari serta penelitian laboratorium. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini, berupa:

- Data primer bersumber dari hasil survei dan pengukuran langsung di lapangan serta hasil penelitian di Laboratorium. Data primer tersebut berupa : Kecepatan aliran, suhu aliran, dimensi penampang melintang sungai, kedalaman karakteristik, sampel *bed material* sungai, kondisi degradasi dan agradasi sungai, data *sieve analysis*, dan kemiringan dasar aliran.
- Data sekunder diperoleh dari Instansi terkait, artikel, buku, serta jurnal yang berhubungan dengan penelitian ini. Data sekunder berupa: Gambaran umum DAS Wanggu, Topografi DAS Wanggu.

Terdapat tiga teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

- Teknik survei dan pengukuran lapangan: metode pengumpulan data dengan cara melakukan survei dan pengukuran langsung dilapangan.
- Teknik pengujian di laboratorium: metode pengumpulan data dengan melakukan eksperimen di Laboratorium.

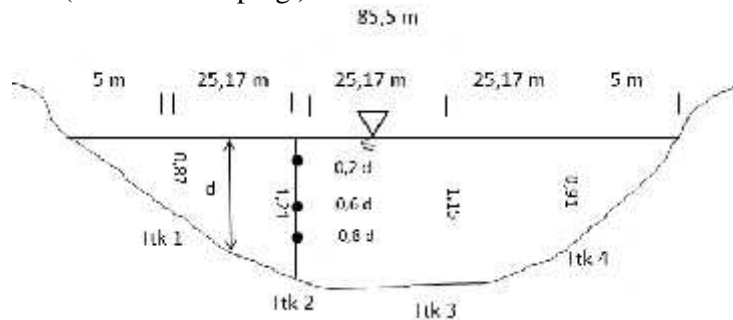
- c. Kajian Pustaka: metode pengumpulan informasi dengan cara mencermati buku-buku teks, jurnal-jurnal penelitian, dan bahan lainnya yang relevan sebagai landasan teori dalam penelitian ini.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode analisis kuantitatif dengan tahapan: mengukur data terukur di lapangan, menganalisa data terukur dengan eksperimen laboratorium dan menghitung data menggunakan rumusan empirik kuantitatif.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

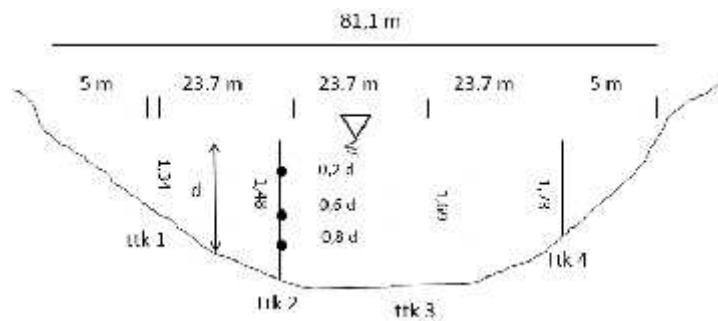
Metode pengukuran tiga pengukuran

1. Stasiun pertama ( Jembatan Triping )



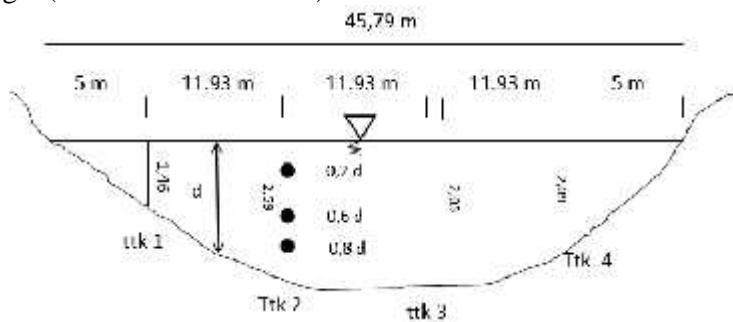
**Gambar 3.** Pengukuran kecepatan aliran pada stasiun pertama

2. Stasiun kedua

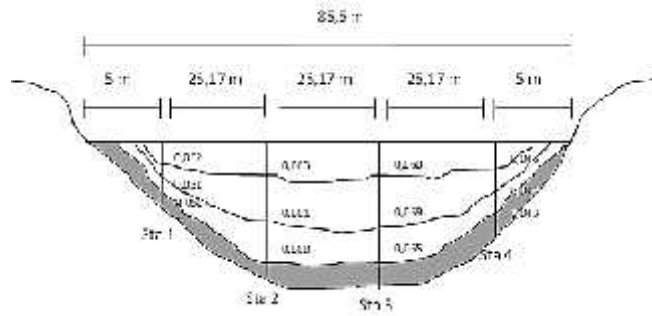


**Gambar 4.** Pengukuran kecepatan aliran pada stasiun kedua

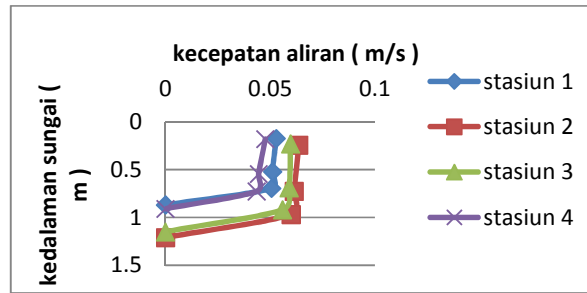
3. Stasiun ketiga ( Jembatan Pasar Baru )



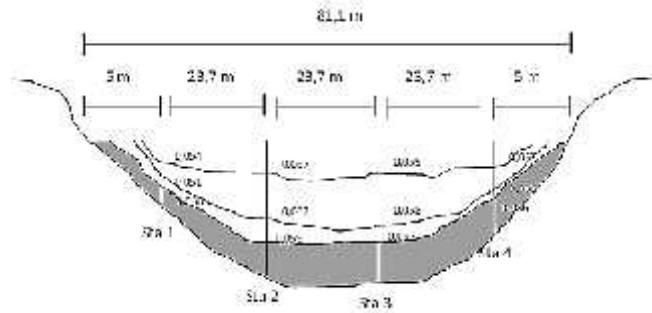
**Gambar 5.** Pengukuran kecepatan aliran pada stasiun ketiga



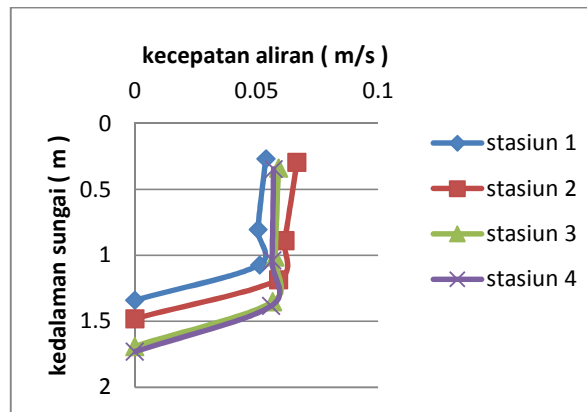
**Gambar 6.** Kontur kecepatan aliran stasiun pertama



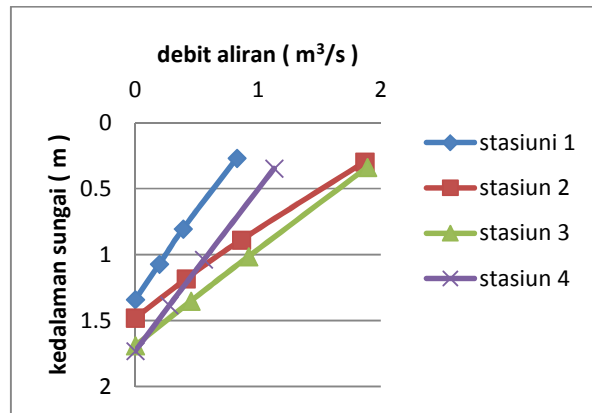
**Gambar 7.** Distribusi kecepatan aliran stasiun/lokasi pertama



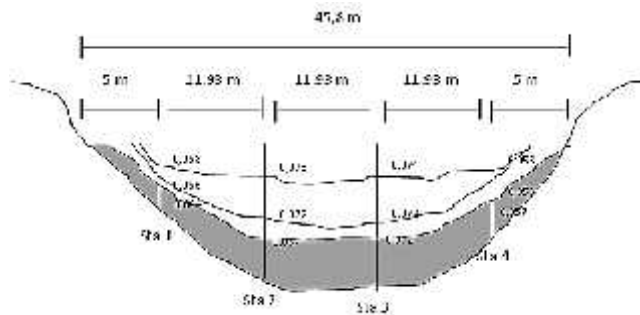
**Gambar 8.** Kontur kecepatan aliran stasiun/ lokasi kedua



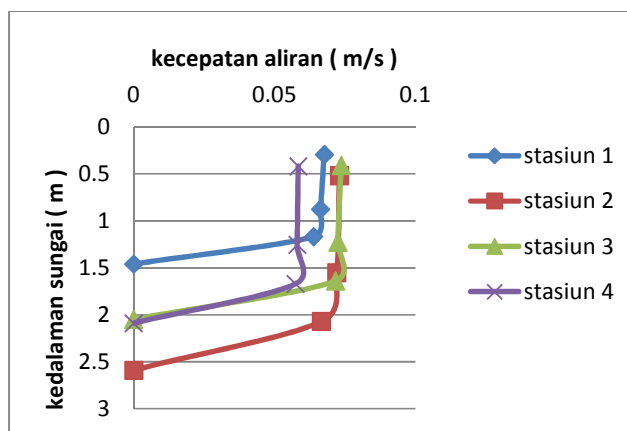
**Gambar 9.** Rekapitulasi distribusi kecepatan aliran stasiun/lokasi kedua



**Gambar 10.** Rekapitulasi debit aliran pada stasiun kedua

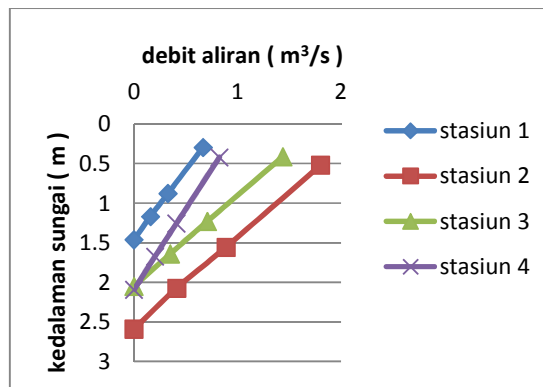


**Gambar 11.** Kontur kecepatan aliran pada stasiun ketiga



**Gambar 12.** Rekapitulasi distribusi kecepatan aliran pada stasiun/lokasi ketiga

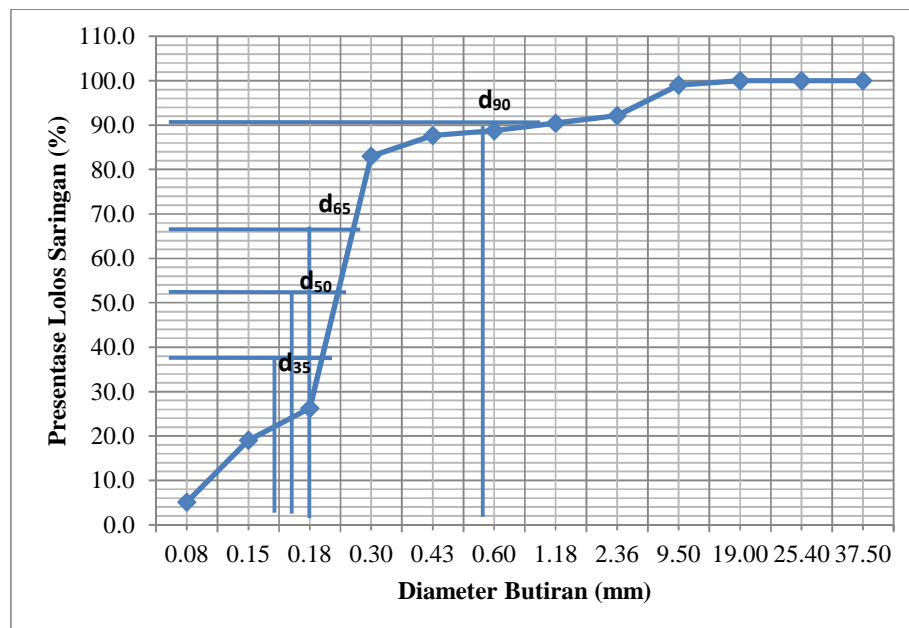




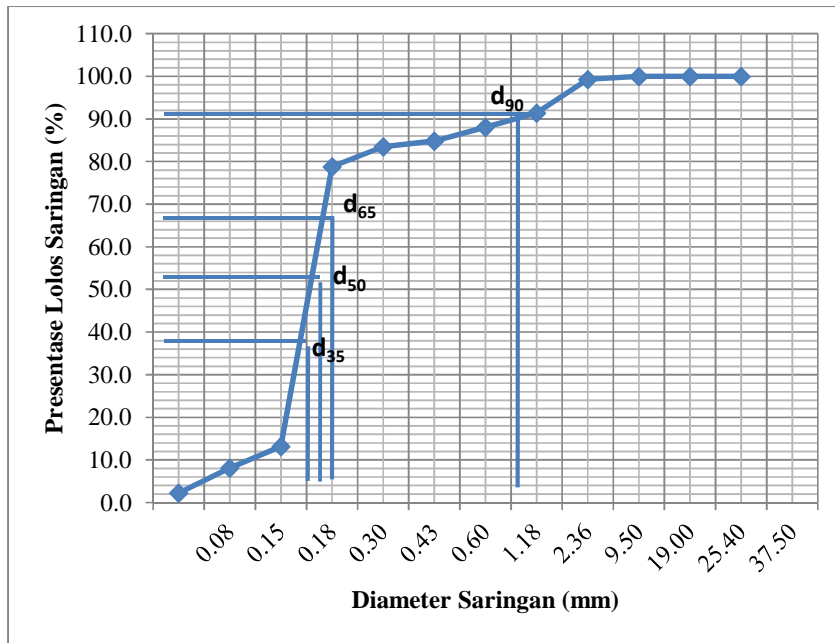
**Gambar 13.** Rekapitulasi Debit pada stasiun/ lokasi ketiga

Dari hasil perhitungan Bilangan Reynold diatas, maka dapat terlihat bahwa aliran yang terjadi sepanjang lokasi pengukuran adalah aliran turbulen dengan nilai Bilangan Reynold diatas 2000.

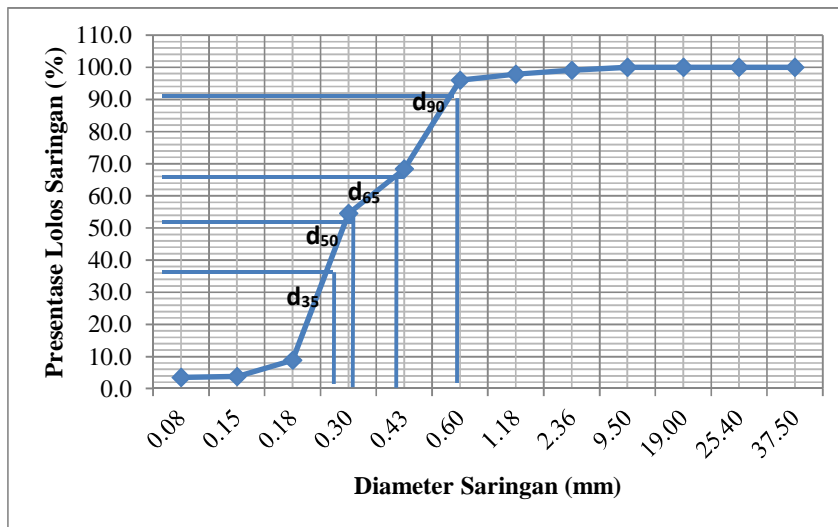
Dari hasil hitungan di atas, dapat terlihat bahwa nilai Bilangan Froude berkisar antara  $< 1$  dan  $> 1$  adalah aliran sub kritis dan aliran super kritis.



**Gambar 14.** Grafik hubungan antara diameter saringan terhadap presentase lolos saringan pada stasiun 1

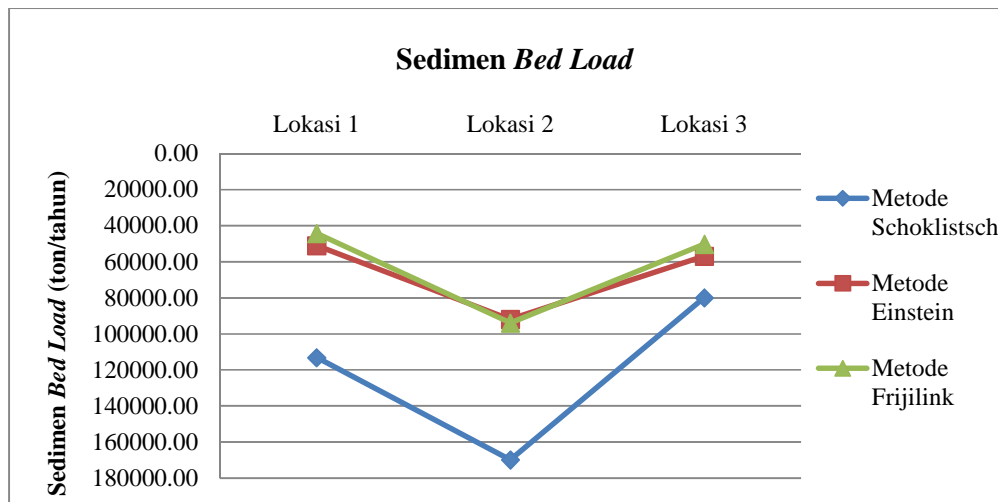


**Gambar 15.** Grafik hubungan antara diameter saringan terhadap presentase lolos saringan pada stasiun 2



**Gambar 16.** Grafik hubungan antara diameter saringan terhadap presentase lolos saringan pada stasiun 3

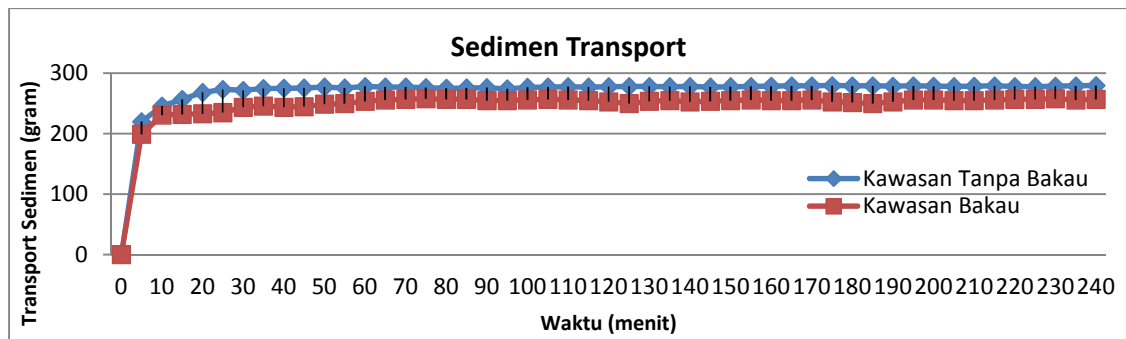
Kemiringan sungai Wanggu diperoleh dengan mengambil data menggunakan GPS pada stasiun 1(satu) sampai stasiun 3 (tiga) maka didapatkan kemiringan sungai Wanggu diperoleh sebesar 0,0218 %.



Gambar 17. Grafik gabungan sedimen *bed load* di sungai Wanggu

Tabel 1. Nilai sedimen *bed load*

| Lokasi   | Schoklistsch | Einstein   | Frijilink  |
|----------|--------------|------------|------------|
|          | ton/tahun    |            |            |
| Lokasi 1 | 113090,6044  | 50990,5135 | 44115,1922 |
| Lokasi 2 | 169816,6519  | 91877,5771 | 93876,2423 |
| Lokasi 3 | 79891,2170   | 56776,2546 | 50125,6789 |



Gambar 18. Grafik Perbandingan Transpor Sedimen Pada Kawasan Bakau dan Tanpa Bakau

## KESIMPULAN

1. Jenis aliran berdasarkan parameter Bilangan Reynold adalah aliran Turbulen.
2. Jenis aliran berdasarkan parameter Bilangan Froude adalah aliran Sub Kritis dan super kritis
3. Aliran pada lokasi pengukuran merupakan aliran tidak permanen,
4. Aliran di lokasi pengukuran merupakan aliran tidak seragam
5. Sedimen *bed load* yang terjadi di sungai Wanggu dengan metode Schoklitsch yang terjadi sebesar 169816,6519 ton/tahun, dan juga dengan menggunakan metode Einstein

dalam menghitung sedimen *bed load* 91877,5771 ton/tahun serta juga dengan metode Frijilink besarnya sedimen yang terjadi sebesar 93876,2423 ton/tahun.

6. Besarnya transport sedimen pada kawasan tanpa bakau adalah 54,96 gram/menit, sedangkan besarnya transport sedimen pada kawasan bakau adalah 50,20 gram/menit.
7. Berdasarkan analisa dan visualisasi di lapangan, terjadi degradasi dan agradasi di hilir sungai Wanggu di semua stasiun penelitian.

| No | Stasiun | Kondisi   | Upaya pengendalian  |   |
|----|---------|---|---|---|
|    |         |   | Hidrolik Murni  | Integral eko-hidrolik   |
| 1  | 1 - 2   | Terjadi agradasi di seluruh dasar sungai akibat kecepatan aliran yang sangat kecil dan akibat belokan sungai di hilir 90°, dan perambahan vegetasi Bakau.   | Pelurusan alur sungai, pemasangan Krib di sepanjang alur sungai, pengerukan dasar sungai. Pembangunan chekDam penahan sedimen di hulu tengah dan hilir sungai Wanggu.   | Konservasi vegetasi Bakau dan Nipah-nipah sepanjang alur sungai dari hulu sampai hilir dan teluk Kendari, pemahaman warga pentingnya membuang sampah pada tempatnya dan pengembalian sungai pada kondisi dan fungsinya semula. Pembentukan komunitas peduli sungai Wanggu.  |
| 2  | 2 -3    | Terjadi degradasi di tebing sungai dan agradasi di sebagian dasar sungai akibat erosi tebing sungai yang masuk ke dasar sungai, ada belokan 90° sebanyak dua kali, dan perambahan vegetasi Nipah-nipah. | Pelurusan alur sungai, pemasangan dinding penahan tebing sungai (revetment), pemasangan Krib di sebagian tempat alur sungai, pemasangan Ground sill di sebagian dasar sungai dan pengerukan dasar sungai. Pembangunan chekDam penahan sedimen di hulu tengah dan hilir sungai Wanggu. | Konservasi dan penambahan vegetasi Nipah-nipah sepanjang alur sungai dari hulu sampai hilir sungai Wanggu, pemahaman warga pentingnya membuang sampah pada tempatnya dan pengembalian sungai pada kondisi dan fungsinya semula. Pembentukan komunitas peduli sungai Wanggu. |

## DAFTAR PUSTAKA

- Chow, Ven Te, 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Erlangga, Jakarta.
- Kodoatie, Robert. J, 2002, *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Andi, Yogyakarta.
- Martha, Joyce, W., Adidarma, Wanny, 1994, *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi*, Nova, Bandung.
- Maryono, Agus, 2007, *Restorasi Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mulyanto, H.R. 2010, *Prinsip Rekayasa Pengendalian Muara dan Pantai*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi Pengukuran Dan pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Nova, Bandung.
- Suryawan, Weka Adi, 2010, *Kajian Proporsi Material Dasar Pada Angkutan Sedimen Dasar Fraksial*, Metropilar Vol.8 No.1, Fakultas Teknik Universitas Haluoleo, Kendari.
- Triatmodjo, B.A, 2003, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Vanoni, 1975, *Sedimentation Engineering*, Headquarters of the Society, New York.
- Yang. Chih Ted, 1996, *Sediment Transport: Theory and Practice*, The McGraw-Hill Companies, Singapore.