

# **PENGARUH ANGKUTAN *SOLID WASTE* (LIMBAH PADAT) TERHADAP PARAMETER HIDROLIS ALIRAN PADA SALURAN DRAINASE PRIMER DENGAN DINDING PASANGAN BATU**

**Yoga B. G Ramadhan<sup>1)</sup> Nomeritae<sup>2)</sup> dan Hendro Suyanto<sup>3)</sup>**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya  
e-mail : yogaparay907@gmail.com

*Salah satu penyebab banjir di daerah perkotaan adalah berkurangnya kapasitas saluran drainase untuk melewati debit air. Berkurangnya kapasitas saluran drainase tersebut diantaranya disebabkan karena sebagian atau hampir seluruh penampang saluran terisi oleh limbah padat (solid waste) sehingga mempengaruhi aliran pada saluran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kecepatan aliran analitis dan kecepatan aliran terukur, mengetahui hubungan volume limbah padat terhadap kecepatan aliran terukur, serta hubungan besar parameter hidrolis (R. Analitis dan R. Terukur) saluran akibat angkutan limbah padat, pada saluran primer dengan dinding pasangan batu. Terdapat hubungan yang cukup signifikan antara kecepatan analitis (x) dan kecepatan terukur (y), ditunjukkan dengan nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,6389 dan persamaan  $y = -4.0398x^2 + 3.1149x - 0.3408$ , dengan rata-rata simpangan 0,61826%. Sedangkan untuk hubungan antara volume limbah padat (x) dan kecepatan aliran (y) dengan persamaan  $y = -0,0726x^2 - 0,8284x + 0,2429$  dengan R<sup>2</sup> sebesar 0,9950. Serta untuk hubungan antara jari-jari hidrolis (y) dan volume limbah padat (x) ditunjukkan dengan persamaan  $y = 0,0027x^2 - 0,0328x + 0,1213$  dengan R<sup>2</sup> sebesar 0,9002. Dari penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar volume limbah padat (solid waste) tersebut maka akan semakin kecil pula kecepatan aliran yang dihasilkan.*

*Kata Kunci: Drainase, Parameter Hidrolis, Limbah Padat, Kecepatan Aliran.*

## **THE EFFECT OF SOLID WASTE TRANSPORTATION ON FLOW HYDRAULIC PARAMETERS IN A PRIMARY DRAINAGE CHANNEL WITH STONE PAIR WALLS**

### **ABSTRACT**

*One of the causes of flooding in urban areas is the reduced capacity of drainage channels to pass water discharge. The reduced capacity of the drainage channel is partly due to partially or almost the entire cross-section of the channel is filled with solid waste so that it affects the flow in the channel. This study aims to determine the relationship between analytical flow velocity and measured flow velocity, determine the relationship between solid waste volume and measured flow velocity, and determine the relationship between hydraulic parameters (Analytical R. and R. Measured) due to drainage. solid waste transportation, in primary channels with masonry walls. There is a significant relationship between analytical speed (x) and measured speed (y), indicated by the R<sup>2</sup> value of 0.6389 and the equation  $y = -4.0398x^2 + 3.1149x - 0.3408$ , with an average deviation of 0.61826%. As for the relationship between the volume of solid waste (x) and flow velocity (y) with the equation  $y = -0.0726x^2 - 0.8284x + 0.2429$  with R<sup>2</sup> of 0.9950. And the relationship between*

hydraulic radius ( $y$ ) and solid waste volume ( $x$ ) is shown by the equation  $y = 0.0027x^2 - 0.0328x + 0.1213$  with  $R^2$  of 0.9002. From the research above, it can be concluded that the larger the volume of solid waste, the smaller the flow velocity produced.

*Keywords: Drainage, Hydraulic Parameters, Solid Waste, Flow Velocity.*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Palangka Raya adalah Ibu Kota Provinsi Kalimantan Tengah, yang terus mengalami peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat dan aktifitas masyarakat yang semakin berkembang pula. Kota Palangka Raya memiliki kepadatan penduduk dengan total jumlah 141.179 jiwa (*BPS Kota Palangka Raya, 2020*). Hal tersebut menimbulkan dampak-dampak sosial yang tidak mudah untuk diselesaikan secara baik dan tuntas. Seperti permasalahan *solid waste* (limbah padat) di bangunan drainase yang diakibatkan masyarakat di sekitar daerah tersebut. Hal ini membuat menyusutnya kapasitas bangunan drainase, sehingga tidak mampu nya bangunan drainase tersebut menampung debit air. Debit air yang tidak tertampung akan menimbulkan bencana banjir atau tergenangnya daerah di sekitar bangunan drainase, yang mengakibatkan terganggunya aktivitas ekonomi serta transportasi masyarakat di daerah tersebut. Bangunan drainase adalah bangunan air yang ditunjukan untuk mengendalikan kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, aliran air dari hulu dan hilir, pada suatu kawasan seperti kawasan permukiman, perdagangan, perindustrian, perkantoran, bandara, lapangan olahraga, dan kawasan pertanian (*Kamiana, 2011*). Sampah dalam konteks ini ialah limbah padat adalah sisa aktifitas manusia yang bersifat padat terdiri atas zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Limbah padat umumnya dalam bentuk sisa makanan (limbah padat dapur), daun-daunan, ranting pohon, kertas/karton, plastik, kain bekas, kaleng-

kaleng, logam, drum, debu sisa penyapuan, dan sebagainya (*SNI 19-2454-1991*).

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka yang menjadi rumusan masalah adalah:

- A. Bagaimana hubungan kecepatan aliran analitis dan kecepatan aliran terukur pada saluran primer dengan dinding pasangan batu?
- B. Bagaimana hubungan volume limbah padat terhadap kecepatan aliran terukur?
- C. Bagaimana hubungan besar parameter hidrolis (R. Analitis dan R. Terukur) saluran akibat angkutan limbah padat, pada saluran primer dengan dinding pasangan batu?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelilitian ini bertujuan untuk:

- A. Mengetahui hubungan kecepatan aliran analitis dan kecepatan aliran terukur pada saluran primer dengan dinding pasangan batu.
- B. Mengetahui hubungan volume limbah padat terhadap kecepatan aliran terukur.
- C. Mengetahui hubungan besar parameter hidrolis (R. Analitis dan R. Terukur) saluran akibat angkutan limbah padat, pada saluran primer dengan dinding pasangan batu.

### **1.4 Batasan Masalah**

- A. Saluran drainase yang ditinjau merupakan saluran drainase buatan dengan dinding pasangan batu di daerah permukiman.
- B. Pengujian dilakukan dengan kemiringan saluran yang beragam.
- C. Penelitian hanya berfokus pada jenis Limbah Padat.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Uraian Umum

Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Sedangkan drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan fisik dan lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota tersebut. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi permukiman, kawasan industri dan perdagangan, parkir, instalasi militer, instalasi listrik dan telekomunikasi, pelabuhan udara, pelabuhan laut/sungai serta tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota. Dengan demikian kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, sebab untuk perkotaan ada tambahan *variable design* seperti keterkaitan dengan masalah sosial budaya (kurangnya kesadaran masyarakat dalam ikut memelihara fungsi drainase kota) dan lain-lain (Hasmar, 2011).

### 2.2 Pengukuran Kecepatan Aliran

#### A. Current Meter

Pengukuran kecepatan air dilakukan secara langsung dengan menggunakan *current meter*. Pengukuran kecepatan arus dengan current meter adalah yang paling banyak dilakukan. Ada dua tipe alat ukur yaitu tipe mangkok (*Price-cup Current Meter*) dan baling-baling (*Propeller Current Meter*). Hubungan antara jumlah putaran per detik,  $n$ , dan kecepatan aliran ( $v$ ), mempunyai bentuk persamaan linier berikut.

$$V = a + b n \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

$V$  : Kecepatan arus (m/d)

$n$  : Jumlah putaran per detik

$a$  dan  $b$ : Konstanta dari kalibrasi alat oleh pabrik

### 2.3 Perhitungan Kapasitas Drainase

Aliran yang terjadi di setiap saluran belum tentu sesuai yang direncanakan, Namun tahap awal perencanaan dapat di asumsikan bahwa yang terjadi adalah aliran seragam. Perencanaan untuk aliran seragam dilakukan dengan rumus Manning:

Hitunglah terlebih dahulu nilai jari-jari hidrolis :

$$R = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

R: Jari-jari hidrolis (m)

A: Luas Penampang Basah (m<sup>2</sup>)

P: Keliling Penampang Basah (m)

lalu dimasukkan kedalam rumus manning:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

V: Kecepatan aliran (m/s)

R: Jari-jari hidrolis (m)

S: Kemiringan dasar saluran

n: Koefisien Kekasaran Manning

### 2.4 Penampang Melintang Saluran

Dalam perencanaan dimensi saluran, sebaiknya dipilih atau diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis. Dimensi yang terlalu besar akan berdampak pada besarnya biaya yang akan dikeluarkan, sebaliknya apabila dimensi yang direncanakan terlalu kecil maka akan menimbulkan permasalahan pada daya tampung yang nantinya tidak memadai. Bentuk-bentuk penampang drainase antara lain:

- A. Penampang Saluran Persegi
- B. Penampang Saluran Trapesium
- C. Penampang Saluran Segitiga
- D. Penampang Saluran Lingkaran

### 2.5 Koefisien Kekasaran Manning

Nilai koefisien kekasaran  $n$  pada rumus Manning, di tentukan berdasarkan bahan pembentuk saluran seperti bahan saluran seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Koefisien kekasaran manning

No	Bahan Saluran	Koefisien Kekasaran N
1	Pasangan batu bata diplester halus	0,010 - 0,015
2	Pasangan batu bata tidak diplester	0,012 - 0,018
3	Pasangan batu kali dihaluskan	0,017 - 0,030
4	Pasangan batu kali tidak dihaluskan	0,023 - 0,035
5	Beton dihaluskan ( <i>finished</i> )	0,011 - 0,015
6	Beton cetak tidak dihaluskan ( <i>Unfinished</i> )	0,014 - 0,020
7	Beton pada galian yang rapi	0,017 - 0,020
8	Beton pada galian beton yang tidak dirapikan	0,022 - 0,027
9	Tanah galian yang rapi	0,016 - 0,020
10	Tanah galian berbatu yang dirapikan	0,022 - 0,030
11	Tanah galian yang sedikit ditumbuhi rumput	0,022 - 0,033
12	Galian pada batuan yang keras	0,025 - 0,040

Sumber: Chow, (1989)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Pengumpulan Data

##### A. Pengukuran Profil Memanjang dan Melintang Saluran Drainase



**Gambar 1** Pengukuran penampang memanjang dan melintang saluran serta pengukuran kecepatan aliran dengan *current meter*.

#### Persiapan

Dalam tahap persiapan hal yang paling pertama dilakukan adalah menentukan batas-batas pengukuran, arah trase

#### 2.6 Solid Waste (Limbah Padat)

Limbah padat adalah sisa-sisa bahan yang mengalami perlakuan-perlakuan, baik karena telah diambil bagian utamanya, atau karena pengolahan, atau karena sudah tidak ada manfaatnya yang ditinjau dari segi sosial ekonomi tidak ada harganya dan dari segi lingkungan dapat menyebabkan pencemaran atau gangguan terhadap lingkungan hidup (*Hadiwiyoto, 1983*). Sumber-sumber dari limbah padat sendiri meliputi seperti pabrik gula, pulpen, kertas, rayon, plywood, limbah nuklir, pengawetan buah, ikan atau daging. Secara garis besar limbah padat terdiri dari (*Tchobanoglous., et al, 1993*):

- A. Limbah padat yang mudah terbakar.
- B. Limbah padat yang sukar terbakar.
- C. Limbah padat yang mudah membusuk.
- D. Limbah yang dapat di daur ulang.
- E. Limbah radioaktif.
- F. Bongkaran bangunan.
- G. Lumpur

saluran, penentuan titik awal dan pemasangan patok kayu.

#### 1. Pengukuran

Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran profil memanjang dan

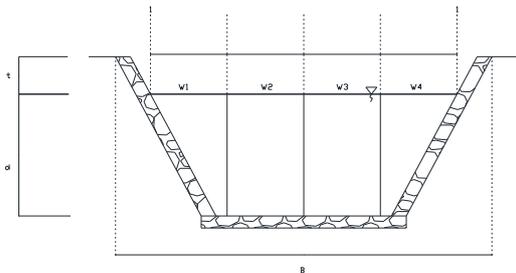
melintang saluran drainase. Pengukuran menggunakan alat *Waterpass* dan meteran. Pengukuran dari titik awal yang telah ditentukan kemudian hasil pengukuran dicatat pada tabel pengukuran berupa elevasi dan dimensi saluran.

## 2. Perhitungan

Dari hasil pengukuran yang telah dicatat tersebut selanjutnya ialah diolah agar mendapatkan hasil perhitungan luas drainase, Kemiringan Drainase/*Slope* dan kedalaman aliran. perhitungan di lapangan juga bertujuan untuk memeriksa apakah pengukuran sudah sesuai dengan persyaratan ketelitian dan tidak ada kesalahan yang menyebabkan pengukuran harus diulang.

### B. Pengukuran Kecepatan Aliran

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan *Current Meter* tipe baling-baling (*Propeller Current Meter*). Pengukuran ini dilakukan di hulu dan hilir drainase. Pada saat sebelum pengukuran kecepatan aliran dilakukan, luas penampang melintang saluran pada drainase primer harus dibagi lebih menjadi beberapa rai.



**Gambar 2** Sketsa pembagian rai untuk pengukuran kecepatan penampang melintang

Keterangan:

B: Lebar Penampang Saluran (m)

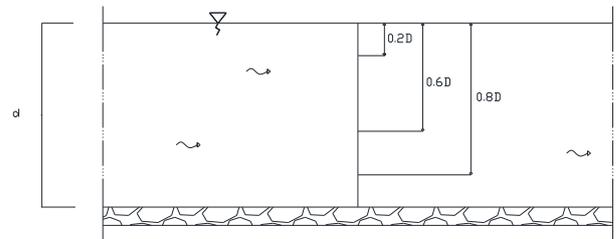
d : Kedalaman Air (m)

t : Tinggi Jagaan (m)

W1,2,...: Lebar Antar Rai (m)

Setelah ditentukannya lebar aliran pada tiap rai penampang saluran drainase, kita akan menentukan titik kedalaman pengukuran kecepatan pada bidang vertikal dimana jenis cara pengukuran tersebut adalah sebagai berikut (*SNI 8066:2015*):

1. Pengukuran kecepatan aliran satu titik, dilaksanakan pada 0,6 kedalaman (d) atau 0,2d dari permukaan air.
2. Pengukuran kecepatan aliran dua titik, dilaksanakan pada (0,2d) dan (0,8d) dari permukaan air, apabila kedalaman air lebih 0,75 m.
3. Pengukuran kecepatan aliran tiga titik, dilaksanakan pada titik (0,2d), (0,6d), dan (0,8d) dari permukaan air.

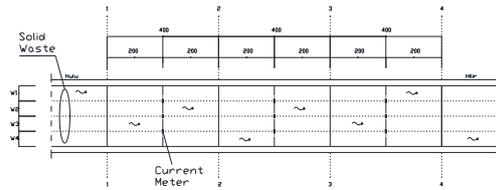


**Gambar 3** Sketsa penempatan titik kedalaman pengukuran kecepatan bidang vertikal

Keterangan:

d : Kedalaman Air (m)

Selanjutnya, Pengukuran kecepatan aliran dimulai ketika *Solid Waste* telah bergerak dari titik hulu menuju ke titik hilir. Pada penampang memanjang saluran drainase akan dibagi menjadi 3 Segmen dengan jarak antar segmen yaitu 4 meter/segmen, sehingga di tentukanlah bahwa total panjang saluran drainase yang diukur ialah 12 meter, serta posisi diletakan nya alat ukur kecepatan (*Current Meter*) yaitu berada di titik hulu dan hilir bidang. Pengukuran kecepatan dilakukan secara simultan/bersamaan di titik hulu dan hilir dari segmen tersebut.



**Gambar 4** Sketsa pembagian segmen beserta posisi perletakan *current meter* pada pengukuran kecepatan penampang memanjang

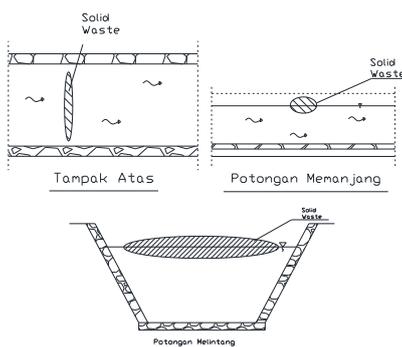
Keterangan:

W 1,2,... : Lebar antar rai (m)

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran dan diambil nilai rata-ratanya dari 3 kali pengukuran tersebut.

### C. Pengukuran Volume *Solid Waste* (Limbah Padat)

Pengukuran volume limbah dilakukan dengan cara menghitung panjang, tinggi dan lebar menggunakan pita ukur baja (*steel tape*), tumpukan limbah padat yang tingginya diukur hanyalah limbah yang mengapung dan melayang di drainase, dan pengukuran ini dilakukan sesaat sebelum pengambilan data kecepatan aliran.



**Gambar 5** Sketsa pengukuran volume *solid waste* di saluran drainase

## 3.2 Analisis Data

### A. Analisis Hasil Pengukuran Profil Memanjang dan Profil Melintang

#### 1. Perhitungan Memanjang (*Long Section*)

Langkah-langkah dalam pengerjaan pada profil memanjang adalah sebagai berikut:

Kontrol Bacaan Rambu Ukur

$$BT = \frac{BA+BB}{2} \dots\dots\dots(4)$$

Tinggi Elevasi (H)

$$H = \text{Elevasi Awal} + \Delta \dots\dots\dots(5)$$

Perhitungan Beda Tinggi ( $\Delta h$ )

$$\Delta h = BT1 + BT2 \dots\dots\dots(6)$$

Perhitungan Jarak Optis (Jarak antar rambu)

$$do = (BB - BA) \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

BT adalah benang tengah, BA adalah benang atas, BB adalah benang bawah, dan do adalah jarak optis.

#### 2. Perhitungan Melintang (*Cross Section*)

Langkah pengerjaan profil melintang sama seperti profil memanjang hanya yang membedakannya adalah di perhitungan beda tinggi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta h = \text{Tinggi Alat} - BT \dots\dots\dots(8)$$

### B. Perhitungan Kecepatan Secara Analitis

Perhitungan kecepatan secara analitis bisa dilakukan dengan menggunakan rumus Manning (3). dimana nilai R (2) didapatkan dengan cara menghitung penampang melintang saluran sesuai dengan bentuk dilapangan yaitu penampang saluran berbentuk Trapesium. Serta nilai koefisien n didapatkan dengan cara menentukan sesuai dengan **Tabel 1**.

**C. Hubungan Kecepatan Aliran Analitis dan Kecepatan Aliran Terukur**

Data kecepatan aliran analitis dan kecepatan aliran terukur pada penelitian ini nantinya hanya akan diambil sebanyak jumlah segmen yang telah ditetapkan, dimana data tersebut hanya sebatas pada kecepatan aliran yang tanpa dilalui *Solid Waste* (Limbah Padat).

**D. Hubungan Volume Limbah Padat dan Kecepatan Aliran Terukur**

Hubungan volume limbah padat dan kecepatan aliran terukur pada penelitian ini ialah perbandingan kecepatan aliran yang menggunakan *Current Meter* dan volume *Solid Waste* (Limbah Padat) di saluran drainase primer pasangan batu. Kemudian perbandingan tersebut dibuat grafik hubungan sesuai dengan hasil data yang telah di dapatkan.

**E. Hubungan Besar Paramater Hidrolis (R. Analitis dan R. Terukur)**

Hubungan besar paramater hidrolis (R. Analitis dan R. Terukur) pada penelitian ini ialah hubungan nilai R (Jari-jari hidrolis) pada nilai hasil analisis data V analitis dan V terukur dimana perhitungan nilai tersebut bisa dilakukan dengan menggunakan perhitungan rumus:

$$R = \left(\frac{v \times n}{\frac{1}{S^2}}\right)^{\frac{3}{2}} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

- R : Jari-jari hidrolis (m)
- V : Kecepatan aliran (m/s)
- n : Koefisien Kekasaran Manning
- S : Kemiringan dasar saluran

**F. Analisis Koefisien Determinasi**

Menurut (Sugiyono, 2014) Analisis koefisien deteminasi (R<sup>2</sup>) digunakan untuk mengetahui seberapa besar persentase sambungan variable independen secara bersamaan terhadap

variable dependen. Nilai R square dikatakan baik jika diatas 0,5 karena nilai R square berkisar antara 0 sampai 1. Koefisien korelasi mempunyai kriteria-kriteria diantaranya sebagai berikut.

**Tabel 2** Interpretasi koefisien

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,000 - 0,199	Sangat Rendah
0,200 - 0,399	Rendah
0,400 - 0,599	Sedang
0,600 - 0,799	Kuat
0,800 - 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, (2014)

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Data Penunjang untuk Mencari Kecepatan Terukur**

**A. Volume Limbah**

Volume limbah terdiri dari 5 sampel yang berbeda-beda dengan volume dan berat yang berbeda-beda pula. Diambil rumus meter kubik yaitu panjang x lebar x tinggi. Untuk hasil data bisa dilihat pada Tabel 3.

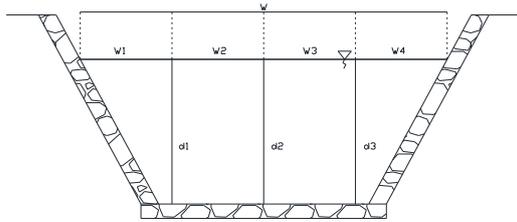
**Tabel 3** Volume limbah

Sampel No	Panjang M	Lebar m	Tinggi m	Volume m <sup>3</sup>	Berat Kg
1	0.5	0.5	0.1	0.025	1.64
2	0.5	0.5	0.2	0.05	2.91
3	0.5	0.5	0.3	0.075	4.55
4	0.5	0.5	0.4	0.1	6.34
5	0.5	0.5	0.5	0.125	7.98

Sumber: Hasil Perhitungan

**B. Kedalaman Aliran**

Kedalaman aliran yang terbagi atas masing-masing 3 rai dan di 4 potongan yang berbeda, Pengambilan data dilakukan secara manual menggunakan meteran dilapangan.



**Gambar 6** Lebar rai dan pembagian kedalaman aliran

keterangan:

d : Kedalaman air (m)

W : Total lebar rai

W1,2, : Lebar masing-masing rai

**Tabel 4** Lebar rai dan pembagian kedalaman aliran

Potongan	W Total	W1, W2, W3, W4	d1	d2	d3
No	m	m	m	m	m
1-1	5.8	1.45	0.22	0.22	0.19
2-2	6.4	1.60	0.22	0.24	0.37
3-3	6.4	1.60	0.27	0.36	0.24
4-4	5.8	1.45	0.23	0.42	0.28

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.2 Data Penunjang untuk Mencari Kecepatan Analitis

Berikut adalah data yang diperlukan untuk menghitung kecepatan aliran secara analitis berdasarkan Persamaan Manning:

##### A. Slope/Kemiringan Saluran

Nilai slope/kemiringan saluran didapatkan dengan pengukuran di lapangan menggunakan *Waterpass*, Hasil pengukuran memanjang dengan menggunakan *waterpass* dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5** Data pengukuran sipat datar memanjang

Titik	Bacaan Rambu			Jarak Optis	Panjang Segmen (ΔL)	Δh
	BA	BT	BB			
1	3.516	3.479	3.442	7.4	3.8	0.017
2	3.552	3.496	3.440	11.2		
3	3.614	3.512	3.462	15.2	3.9	0.013
4	3.621	3.525	3.430	19.1		
5	3.649	3.530	3.420	22.9	3.8	0.005

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil nilai data Tabel 4.3 kemudian dihitung nilai kemiringan memanjang pada saluran drainase primer, Sebagai berikut:

$$S_{1-2} = \frac{\Delta h}{\Delta L} = \frac{0.017}{3.8} = 0,00447 \text{ m}$$

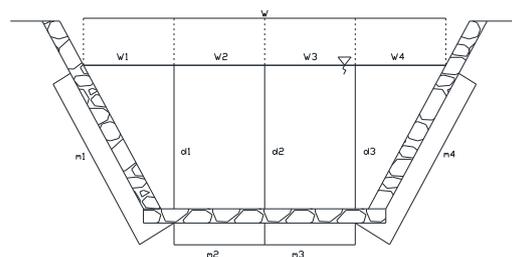
$$S_{2-3} = \frac{\Delta h}{\Delta L} = \frac{0.016}{4} = 0,00400 \text{ m}$$

$$S_{3-4} = \frac{\Delta h}{\Delta L} = \frac{0.013}{3.9} = 0,00333 \text{ m}$$

$$S_{4-5} = \frac{\Delta h}{\Delta L} = \frac{0,005}{3,8} = 0,00132 \text{ m}$$

##### B. Pengukuran Penampang Basah Saluran

Setelah didapatkan nilai dari pengukuran lebar beserta kedalaman air maka baru bisa dilakukan perhitungan luas penampang basah (A) dan keliling basah (P)



**Gambar 7** Sketsa melintang saluran trapesium

Hasil perhitungan luas diambil dari data perhitungan kedalaman aliran, dimasukkan kedalam rumus seperti dibawah ini:

$$\text{Luas}(A) = \left(\frac{1}{2} w_1 x d_1\right) + \left(\frac{(d_1+d_2)}{2} x w_2\right) + \left(\frac{(d_2+d_3)}{2} x w_3\right) + \left(\frac{1}{2} w_4 x d_3\right) \dots\dots\dots(10)$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling (P)} &= m_1 + m_2 + m_3 + m_4 \dots\dots\dots(11) \\ &= (\sqrt{d1^2 + w1^2}) + \\ &(\sqrt{(d1 - d2)^2 + w2^2}) + \\ &(\sqrt{(d2 - d3)^2 + w3^2}) + \\ &(\sqrt{d3^2 + w4^2}) \dots\dots\dots(12) \end{aligned}$$

hasil perhitungan luas penampang basah (A) dan keliling basah (p), yaitu:

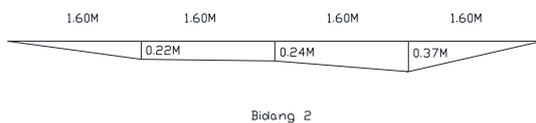
Potongan 1-1



**Gambar 8** Penampang basah saluran potongan 1-1

Luas Penampang Basah (A) = 0,91350 m<sup>2</sup>  
 Keliling Basah (P) = 5,82930 m

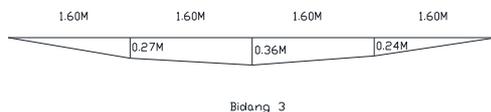
Potongan 2-2



**Gambar 9** Penampang Basah Saluran Potongan 2-2

Luas Penampang Basah (A) = 1,32800 m<sup>2</sup>  
 Keliling Basah (P) = 6,46266 m

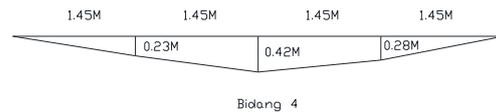
Potongan 3-3



**Gambar 10** Penampang Basah Saluran Potongan 3-3

Luas Penampang Basah (A) = 1,39200 m<sup>2</sup>  
 Keliling Basah (P) = 6,44753 m

Potongan 4-4



**Gambar 11** Penampang Basah Saluran Potongan 4-4

Luas Penampang Basah (A) = 1,34850 m<sup>2</sup>  
 Keliling Basah (P) = 5,86406 m

**C. Koefisien Kekasaran Manning**

Dikarenakan di dalam penelitian penulis mengambil jenis drainase dengan bahan saluran pasangan batu kali yang telah dihaluskan maka didapatkan koefisien kekasaran n (**Tabel 1**) yang diambil nilai maksimalnya yaitu **0,030**.

**4.3 Analisis Kecepatan**

**A. Kecepatan Analitis**

Setelah semua data-data penunjang telah didapatkan maka baru bisa dilakukan perhitungan kecepatan analitis dengan Rumus Manning.

Potongan 1-1

$V = 0,64778 \text{ m/det}$

Potongan 2-2

$V = 0,73412 \text{ m/det}$

Potongan 3-3

$V = 0,69226 \text{ m/det}$

Potongan 4-4

$V = 0,45457 \text{ m/det}$

**B. Kecepatan Terukur**

Setelah ditentukan volume limbah padat beserta dengan kedalaman dan lebar masing-masing rai maka baru bisa dilakukan pengukuran dilapangan dengan memakai *current meter*. Untuk rekapan nilai rata-rata pada kecepatan terukur yang telah didapatkan dengan pengukuran secara langsung dilapangan dengan memakai 5 volume limbah padat

yang berbeda serta 1 limbah padat yang tanpa sampel, bisa dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6** Rekap nilai rata-rata kecepatan terukur

Potongan	Kecepatan Aliran (m/s)					
	V0	V1	V2	V3	V4	V5
1-1	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.20
	755	384	029	675	997	659
2-2	0.24	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15
	215	029	167	627	933	071
3-3	0.23	0.22	0.19	0.17	0.14	0.12
	199	013	643	272	901	700
4-4	0.22	0.20	0.17	0.13	0.10	0.07
	352	997	272	208	499	451
Nilai Rata-Rata	0.24	0.22	0.20	0.17	0.15	0.13
	130	606	278	695	833	970

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.4 Hubungan Kecepatan Aliran Analitis dan Kecepatan Aliran Terukur

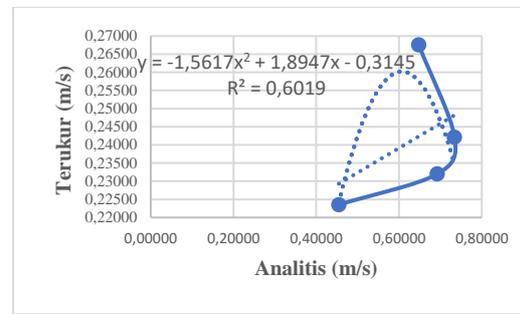
Pada kecepatan aliran analitis digunakan nilai data yang telah dihitung pada perhitungan sebelumnya dengan menggunakan rumus persamaan manning, sedangkan untuk nilai data yang diambil pada aliran kecepatan terukur ialah data di lapangan yang tidak dipengaruhi oleh limbah padat. Nilai kecepatan aliran analitis dan kecepatan aliran terukur dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7** Nilai kecepatan aliran analitis dan kecepatan aliran terukur

Potongan	Kecepatan		Simpanan	Persentase Kecepatan Terukur Terhadap Analitis	Keterangan
	Analitis (m/s)	Terukur (m/s)		%	
1-1	0.647	0.267	0.38024	0.4130	Overpredict
	78	55			
2-2	0.734	0.242	0.49198	0.3298	Overpredict
	12	15			
3-3	0.692	0.231	0.46027	0.3351	Overpredict
	26	99			
4-4	0.454	0.223	0.23105	0.4917	Overpredict
	57	52			
Rata-Rata			0.39088	0.3924	
				2	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada **Tabel 7** terlihat bahwa jika dilakukan perhitungan kecepatan secara analitis dengan menggunakan persamaan Manning, terjadi *overprediction* terhadap kecepatan hasil pengukuran. Kecepatan aliran analitis memiliki rerata simpangan sebesar 0,39088 m/s terhadap kecepatan aliran terukur. Jika dirata-ratakan persentasenya, besaran kecepatan aliran terukur kurang lebih sebesar 0,39242% dari kecepatan hasil perhitungan analitis. Gambaran hubungan antara kecepatan aliran terukur dan kecepatan aliran analitis dapat dilihat pada grafik **Gambar 11**.

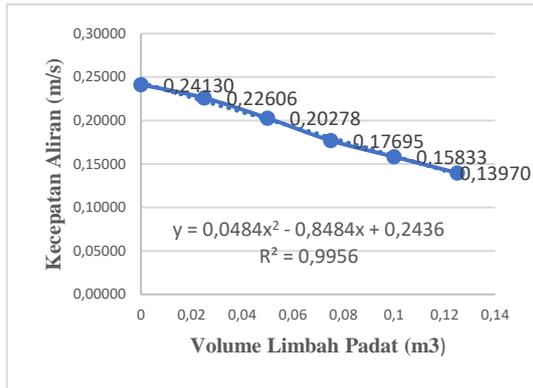


**Gambar 12** Grafik hubungan kecepatan aliran analitis dan kecepatan aliran terukur

Berdasarkan **Gambar 12**, diketahui terdapat hubungan yang kuat (**Tabel 2**) antara kecepatan aliran analitis dan kecepatan aliran terukur yang ditunjukkan dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,6019. Hubungan antara kecepatan aliran analitis ( $x$ ) dan kecepatan aliran terukur ( $y$ ) dijelaskan dalam hubungan persamaan regresi polinomial derajat 2 dengan persamaan berikut:  $y = -1.5617x^2 + 1.8947x - 0.3145$ .

#### 4.5 Hubungan Volume Limbah Padat dan Kecepatan Aliran Terukur

Dari data rata-rata kecepatan terukur yang telah didapatkan pada (**Tabel 6**) beserta dengan data volume limbah padat (**Tabel 3**) maka dibuatlah grafik hubungan dari kedua data tersebut yang bisa dilihat pada Gambar 13.



**Gambar 13** Grafik hubungan volume limbah padat dan kecepatan aliran terukur

Berdasarkan **Gambar 13**, diketahui terdapat hubungan yang sangat kuat (**tabel 2**) antara volume limbah padat dan kecepatan aliran terukur yang ditunjukkan dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,9956. Hubungan antara volume limbah padat ( $x$ ) dan kecepatan aliran terukur ( $y$ ) dijelaskan dalam hubungan persamaan regresi polynomial derajat 2 dengan persamaan berikut:  $y = 0,0484x^2 - 0,8484x + 0,2436$ .

#### 4.6 Hubungan Besar Parameter Hidrolis (R. Analitis dan R. Terukur)

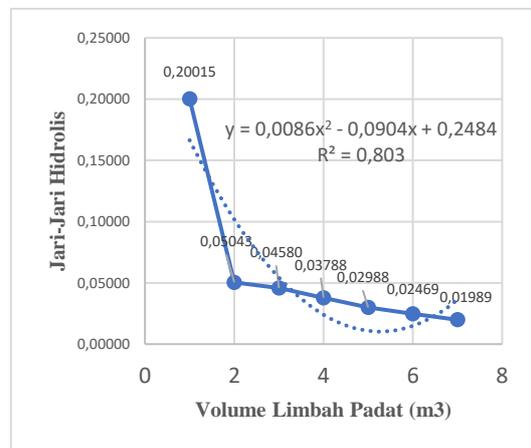
Hubungan besar parameter hidrolis (R. Analitis dan R. Terukur) dihitung nilai parameter hidrolis nya terlebih dahulu dengan memakai rumus sesuai dengan persamaan (9). Hasil dari persamaan tersebut bisa dilihat pada tabel 8.

Dari Tabel 8, dibuat grafik hubungannya, sehingga didapat Gambar 14. Berdasarkan **Gambar 14**, diketahui terdapat hubungan yang kuat (**Tabel 2**) antara volume limbah padat dan jari-jari hidrolis dengan  $R^2$  sebesar 0,8030. Hubungan antara volume limbah padat ( $x$ ) dan jari-jari hidrolis ( $y$ ) dijelaskan dalam hubungan persamaan regresi polynomial derajat 2 dengan :  $y = 0,0086x^2 - 0,0904x + 0,2484$ .

**Tabel 8** Nilai rerata R.analitis dan R.terukur

Potonagan	R Analitis	R Terukur					
		V0	V1	V2	V3	V4	V5
1-1	0.14	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
	926	16	619	322	033	892	822
2-2	0.20	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
	549	893	61	181	626	276	911
3-3	0.21	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
	590	188	871	263	691	156	697
4-4	0.22	0.07	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01
	996	929	219	386	602	553	526
Nilai Rata-Rata	0.20	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
	015	043	580	788	988	469	989

Sumber: Hasil Perhitungan



**Gambar 14** Grafik hubungan jari-jari hidrolis dan volume Limbah Padat

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

A. Pada saluran dengan pasangan dinding batu, terdapat hubungan yang cukup signifikan antara kecepatan analitis dan kecepatan terukur yang ditunjukkan dengan  $R^2$  sebesar **0,6389**. Hubungan antara kecepatan analitis ( $x$ ) dan kecepatan terukur ( $y$ ) ditunjukkan dengan persamaan  $y = -4.0398x^2 + 3.1149x - 0.3408$ . Secara umum terjadi *overpredict* kecepatan analitis terhadap kecepatan terukur dengan rata-rata simpangan sebesar **0,61826%**.

- B. Terdapat hubungan yang signifikan antara volume limbah padat dan kecepatan aliran pada saluran dengan dinding pasangan batu, dimana semakin besar volume limbah padat maka akan semakin lambat pula kecepatan aliran pada drainase primer pasangan batu. Hubungan antara variable volume limbah padat ( $x$ ) dan kecepatan terukur ( $y$ ) ditunjukkan dengan persamaan  $y = -0,0726x^2 - 0,8284x + 0,2429$  dengan  $R^2$  sebesar **0,9950**.
- C. Pada saluran dengan dinding pasangan batu, terdapat hubungan yang cukup signifikan antara jari-jari hidrolis dan volume limbah padat yang dimana ditunjukkan dengan nilai  $R^2$  sebesar **0,9002**. Hubungan antara jari-jari hidrolis ( $y$ ) dan volume limbah padat ( $x$ ) ditunjukkan dengan persamaan  $y = 0,0027x^2 - 0,0328x + 0,1213$ .

## 5.2 Saran

- A. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan tambahan pengambilan titik ukur yang lebih dekat lagi antar penampang memanjangnya.
- B. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan bentuk penampang yang berbeda.
- C. Penelitian ini dapat dikembangkan dari pengaruh *solid waste* (limbah padat) menjadi pengaruh vegetasi terhadap parameter hidrolis aliran.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2020. “Badan Pusat Statistik”. Palangka Raya.

Aprilia, E. 2014. “Evaluasi dan Perencanaan Saluran Drainase Dengan Sistem Drainase Permukaan Pada Kawasan Jalan Temanggung Tilung Kota Palangka Raya”. Fakultas Teknik.

Universitas Palangka Raya: Palangka Raya.

Armanda, Y. 2020. “Kajian Saluran Drainase Di Daerah Jalan Seth Adji Kota Palangka Raya (Zona B)”. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya: Palangka Raya.

Badan Standardisasi Nasional. 2015. “Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung”, SNI. 8066:2015, Jakarta.

Chow, V. T. 1989. “Hidrolika Saluran Terbuka”. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Hadiwiyoto, S. 1983. “Penanganan dan Pemanfaatan Sampah”. Yayasan Idayu, Jakarta.

Hasmar, H. 2012. “Drainase Terapan”. UII Press, Yogyakarta.

Kamiana, I. M. 2011. “Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air”. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Soemarto, C. D. 1999. “Hidrologi Teknik”. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Sugiyono. 2014. “Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D”. Alfabeta, Bandung.

Suripin. 2004. “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan”. Andi Offset, Yogyakarta.

S.N, 1997. “Drainase Perkotaan”. ISBN: 979-8382-49-8. Penerbit Gunadarma, Jakarta.

Tchobanoglous, G.H., Theissen, H., Vigil, S.A. 1993. “Integrated Solid Waste Management”. McGraw Hill, New York.

Triatmodjo, B. 2008. “Hidrologi Terapan”. Beta Offset, Yogyakarta.