

## STUDI KARAKTERISTIK ALIRAN PADA FLUME SALURAN TERBUKA DI LABORATORIUM TEKNIK SIPIL UIKA

Gita Yuniasti Dwi Astuti, Feril Hariati  
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor  
[gita4firdaus@yahoo.com](mailto:gita4firdaus@yahoo.com)

### ABSTRAK

Karakteristik aliran dalam saluran terbuka secara umum dibedakan menjadi aliran sub kritis, kritis dan super kritis, berdasarkan parameter bilangan Froude yang dipengaruhi oleh kecepatan dan kedalaman aliran pada saluran terbuka. Model saluran terbuka di Laboratorium Teknis Sipil UIKA Bogor dilengkapi dengan fasilitas pengatur kemiringan untuk memodelkan karakteristik aliran berdasarkan kecepatan dan kedalamannya. Melalui serangkaian pengujian dengan mensimulasikan kemiringan saluran diperoleh karakteristik aliran air dalam model saluran terbuka. Hasil dari pengujian ini akan diterapkan dalam pelaksanaan kegiatan praktikum hidrolika di Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor.

**Kata kunci:** karakteristik, aliran, bilangan Froude, Kemiringan

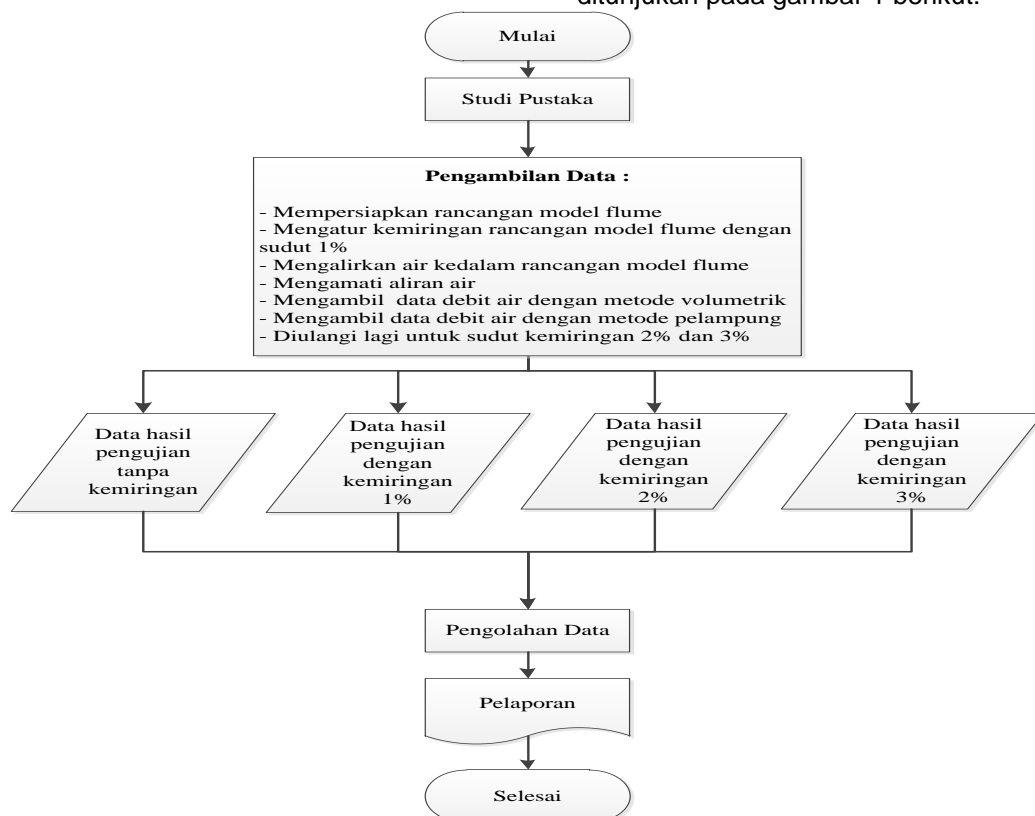
### 1 PENDAHULUAN

Belum diketahuinya karakteristik aliran dalam rancangan model flume dengan kemiringan tertentu sehingga perlu dilakukan simulasi untuk mengetahui karakteristik aliran, dengan berbagai nilai kemiringan. Serangkaian pengamatan debit, tinggi muka air, kecepatan aliran pada saluran dengan berbagai tingkat kemiringan tertentu dilakukan dan hasil yang diperoleh akan dijadikan sebagai acuan mahasiswa saat melaksanakan praktikum hidrolika sebagai penunjang mata kuliah hidrolika di lingkungan Program Studi Teknik Sipil, UIKA Bogor

### 2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen (menguji coba) yaitu penelitian untuk menguji apakah variabel-variabel eksperimen efektif atau tidak (Suryana, 2010). Penelitian yang dilakukan adalah pengamatan kecepatan dan kedalaman aliran dalam berbagai kemiringan saluran.

Dalam pelaksanaan penelitian, secara garis besar dilakukan dalam 3 metode tahapan yaitu: metode studi pustaka, metode studi lapangan dan metode pengolahan data. Diagram alir metode penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

3

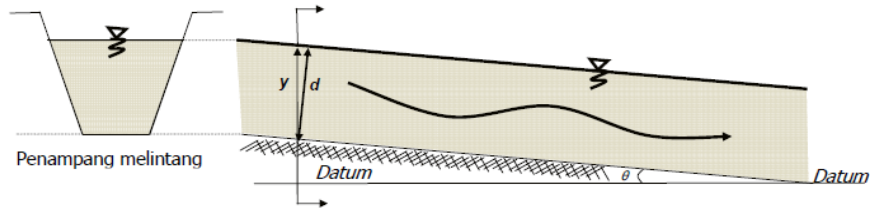
**DASAR TEORI**

**3.1 Aliran Saluran Terbuka**

Aliran saluran terbuka adalah aliran yang mempunyai permukaan bebas dan bersentuhan dengan atmosfer

**3.2 Elemen Geometri Saluran**

Yang dimaksud dengan penampang saluran (channel cross section) adalah



Gambar 2. penampang memanjang dan penampang melintang aliran saluran terbuka

Kedalaman aliran adalah kedalaman dari penampang aliran dengan notasi *d*, sedang kedalaman *y* adalah kedalaman vertikal (lihat

$$d = y \cos \theta \text{ atau } y = \frac{d}{\cos \theta} \tag{1}$$

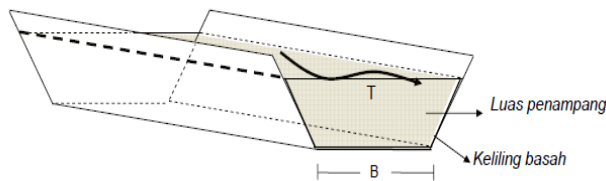
Lebar permukaan (top width) adalah lebar penampang saluran pada permukaan bebas (lihat gambar 3). Notasi atau simbol yang digunakan untuk lebar permukaan adalah *T*, dan satuannya adalah satuan panjang.

Luas penampang adalah mengacu pada luas penampang melintang dari aliran di dalam saluran. Notasi atau simbol yang digunakan untuk luas penampang ini adalah *A*, dan satuannya adalah satuan luas.

penampang yang diambil tegak lurus arah aliran, sedang penampang yang diambil vertical disebut penampang vertikal (vertical section). Saluran buatan biasanya direncanakan dengan penampang beraturan menurut bentuk geometri yang biasa digunakan. Elemen geometri penampang memanjang saluran terbuka dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini:

gambar 3), dalam hal sudut kemiringan dasar saluran sama dengan  $\theta$  maka rumus seperti pada persamaan 1 berikut:

Keliling basah suatu penampang aliran didefinisikan sebagai bagian/porsi dari parameter penampang alir yang bersentuhan (kontak) dengan batas bendapadat yaitu dasar dan/atau dinding saluran. Dalam saluran terbuka batas tersebut adalah dasar dan dinding/tebing saluran seperti yang tampak pada gambar 3. di bawah ini. Notasi atau simbol yang digunakan untuk keliling basah ini adalah *P*, dan satuannya adalah satuan panjang.



Gambar 3. Parameter Lebar Permukaan (*T*) Lebar Dasar (*B*)

**Luas Penampang dan Keliling Basa suatu aliran**

Kedalaman Hidolik dari suatu penampang aliran adalah luas penampang dibagi lebar

$$D = \frac{A}{T} \tag{2}$$

**3.3 Debit Aliran**

tu, simbol/notasi yang digunakan adalah *Q*. Rumus debit aliran seperti pada persamaan 3 berikut:

$$Q = \frac{v}{t} \tag{3}$$

Dimana:

*Q* = Debit aliran (cm<sup>3</sup>/s )

*V* = Volume aliran (cm<sup>3</sup>)

permukaan, mempunyai satuan panjang. Notasi yang digunakan adalah *D*. Rumus kedalaman hidrolis seperti pada persamaan 2 berikut:

Debit aliran adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu

t = waktu (s)

Kecepatan aliran (V) dari suatu penampang aliran tidak sama diseluruh penampang aliran, tetapi bervariasi menurut tempatnya. Apabila cairan bersentuhan dengan batasnya (didasar dan dinding saluran) kecepatan alirannya adalah nol. Hal ini seringkali membuat kompleksnya analisis, oleh karena itu untuk keperluan praktis biasanya

digunakan harga rata-rata dari kecepatan di suatu penampang aliran. Kecepatan rata-rata ini didefinisikan sebagai debit aliran dibagi luas penampang aliran, dan oleh karena itu satuannya adalah panjang per satuan waktu. Rumus kecepatan aliran seperti pada persamaan 4 berikut:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (4)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata – rata aliran (cm/s)

Q = Debit aliran (cm<sup>3</sup>/s )

A = Luas penampang aliran (m<sup>2</sup>)

### 3

#### .4 Type aliran (aliran kritis, sub-kritis, super kritis dan angka Froude)

Efek dari gaya gravitasi pada suatu aliran ditunjukkan dalam perbandingan atau rasio

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (5)$$

Dimana:

FR = angka Froude (tidak berdimensi/ tidak mempunyai satuan)

V = kecepatan rata-rata aliran ( cm/s )

L = panjang karakteristik (cm)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot d}} \quad (6)$$

Dalam aliran saluran terbuka panjang karakteristik disamakan dengan kedalaman hidraulik D. Dengan demikian untuk aliran saluran terbuka angka Froude adalah seperti pada persamaan 6 berikut:

Dimana:

Fr = angka Froude (tidak berdimensi/ tidak mempunyai satuan)

V = kecepatan rata-rata aliran ( cm/s )

d = kedalaman aliran (cm)

Apabila angka F sama dengan satu maka Persamaan 7 menjadi:

$$V\sqrt{gD} = \sqrt{gD} \quad (7)$$

Dimana Adalah kecepatan rambat gelombang (celerity), dari gelombang gravitasi

$$c = \sqrt{gD} \quad (8)$$

yang terjadi dalam aliran dangkal. Seperti pada persamaan 8 berikut:

Dalam hal ini aliran disebut dalam kondisi kritis, aliran disebut aliran kritis (critical flow). Apabila harga angka FR lebih kecil daripada satu atau  $V < \sqrt{gD}$  aliran disebut aliran sub-kritis (subcritical flow). Dalam kondisi ini gaya gravitasi memegang peran lebih besar; dalam hal ini kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan rambat gelombang dan hal ini ditunjukkan dengan alirannya yang tenang.

Sebaliknya apabila harga FR lebih besar daripada satu atau  $V > \sqrt{gD}$  aliran disebut Aliran super-kritis (supercritical flow). Dalam hal ini gaya-gaya inersia menjadi dominan, jadi

aliran mempunyai kecepatan besar; kecepatan aliran lebih besar daripada kecepatan rambat gelombang yang ditandai dengan alirannya yang deras. (<http://web.ipb.ac.id/~erizal/mekflud/aliran%20sal%20terbuka.pdf>).

#### 3.5 Standar Deviasi

Yang dimaksud dengan deviasi adalah selisih atau simpangan dari masing-masing skor atau interval dari nilai rata-rata hitungannya. Jadi deviasi berarti selisih dari masing-masing skor atau kelas interval dari Meannya.

Yang dimaksud dengan Mean Deviasi adalah jumlah harga mutlak deviasi dari tiap-tiap skor dibagi dengan banyaknya skor itu sendiri.

Dalam analisis statistik Standar Deviasi ini mempunyai kedudukan yang sangat penting, karena hasil perhitungan Standar Deviasi lebih teliti dari perhitungan Mean Deviasi dimana dalam perhitungan Mean

Deviasi semua deviasi dihitung secara mutlak dengan mengabaikan tanda plus dan minus. Sedang dalam perhitungan Standar Deviasi semua deviasi baik yang bertanda plus maupun yang bertanda minus terlebih dahulu dikuadratkan.

Rumus Standar Deviasi untuk data tunggal yang seluruh angkanya berfrekuensi satu seperti pada persamaan 9:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N - 1}} \quad (9)$$

Dengan: SD = Standar Deviasi  
 $\sum x^2$  = Jumlah semua deviasi yang sudah dikuadratkan  
 N = Jumlah frekuensi (Murdan, 2003)

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Pengujian Pengukuran Debit dengan Menggunakan Metode Volumetrik

Berdasarkan hasil pengujian dengan metode volumetrik, diperoleh data waktu

penampungan  $t_v$  (s), data volume air tertampung  $v_v$  (m<sup>3</sup>), tinggi muka air  $d$  (m) diperoleh hasil perhitungan kecepatan aliran sebagai berikut:

Tabel 1. Data kecepatan aliran dengan metode volumetrik

No.	Data dengan Metode Volumetrik Kemiringan 0%						
	Kedalaman Aliran $d$ (m)	Lebar Penampang $B$ (m)	Luas Penampang $A$ (m <sup>2</sup> )	Waktu Penampungan $t$ (s)	Volume Penampungan $V$ (m <sup>3</sup> )	Debit $Q_v$ (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran $v$ (m/s)
			$= B \times d$			$= V/t$	$= Q_v/A$
1	0,015	0,18	0,0027	2,53	0,004	0,00158	0,58557
2	0,015	0,18	0,0027	2,60	0,004	0,00154	0,56980
3	0,015	0,18	0,0027	2,53	0,004	0,00158	0,58557
4	0,015	0,18	0,0027	2,60	0,004	0,00154	0,56980
5	0,015	0,18	0,0027	2,53	0,004	0,00158	0,58557
6	0,015	0,18	0,0027	2,53	0,004	0,00158	0,58557
7	0,015	0,18	0,0027	2,60	0,004	0,00154	0,56980
8	0,015	0,18	0,0027	2,60	0,004	0,00154	0,56980
9	0,015	0,18	0,0027	2,59	0,004	0,00154	0,57200
10	0,015	0,18	0,0027	2,56	0,004	0,00156	0,57870
11	0,015	0,18	0,0027	2,53	0,004	0,00158	0,58557
12	0,015	0,18	0,0027	2,60	0,004	0,00154	0,56980
13	0,015	0,18	0,0027	2,59	0,004	0,00154	0,57200
14	0,015	0,18	0,0027	2,60	0,004	0,00154	0,56980
15	0,015	0,18	0,0027	2,53	0,004	0,00158	0,58557
16	0,015	0,18	0,0027	2,53	0,004	0,00158	0,58557
17	0,015	0,18	0,0027	2,53	0,004	0,00158	0,58557
18	0,015	0,18	0,0027	2,60	0,004	0,00154	0,56980
19	0,015	0,18	0,0027	2,60	0,004	0,00154	0,56980
20	0,015	0,18	0,0027	2,56	0,004	0,00156	0,57870
	Standar deviasi						<b>0,00746</b>

No.	Data dengan Metode Volumetrik Kemiringan 1%							
	Kedalaman Aliran d (m)	Lebar Penampang B (m)	Luas Penampang A (m <sup>2</sup> )	Waktu Penampungan t (s)	Volume Penampungan V (m <sup>3</sup> )	Debit Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran v (m/s)	
1	0,012	0,18	0,00216	2,60	0,004	0,00154	0,71225	
2	0,012	0,18	0,00216	2,60	0,004	0,00154	0,71225	
3	0,012	0,18	0,00216	2,69	0,004	0,00149	0,68842	
4	0,012	0,18	0,00216	2,69	0,004	0,00149	0,68842	
5	0,012	0,18	0,00216	2,64	0,004	0,00152	0,70146	
6	0,012	0,18	0,00216	2,56	0,004	0,00156	0,72338	
7	0,012	0,18	0,00216	2,63	0,004	0,00152	0,70413	
8	0,012	0,18	0,00216	2,62	0,004	0,00153	0,70681	
9	0,012	0,18	0,00216	2,56	0,004	0,00156	0,72338	
10	0,012	0,18	0,00216	2,58	0,004	0,00155	0,71777	
11	0,012	0,18	0,00216	2,60	0,004	0,00154	0,71225	
12	0,012	0,18	0,00216	2,56	0,004	0,00156	0,72338	
13	0,012	0,18	0,00216	2,58	0,004	0,00155	0,71777	
14	0,012	0,18	0,00216	2,69	0,004	0,00149	0,68842	
15	0,012	0,18	0,00216	2,63	0,004	0,00152	0,70413	
16	0,012	0,18	0,00216	2,60	0,004	0,00154	0,71225	
17	0,012	0,18	0,00216	2,64	0,004	0,00152	0,70146	
18	0,012	0,18	0,00216	2,56	0,004	0,00156	0,72338	
19	0,012	0,18	0,00216	2,69	0,004	0,00149	0,68842	
20	0,012	0,18	0,00216	2,62	0,004	0,00153	0,70681	
	Standar deviasi							<b>0,01227</b>
No.	Data dengan Metode Volumetrik Kemiringan 2%							
	Kedalaman Aliran d (m)	Lebar Penampang B (m)	Luas Penampang A (m <sup>2</sup> )	Waktu Penampungan t (s)	Volume Penampungan V (m <sup>3</sup> )	Debit Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran v (m/s)	
1	0,011	0,18	0,00198	2,60	0,004	0,00154	0,77700	
2	0,011	0,18	0,00198	2,53	0,004	0,00158	0,79850	
3	0,011	0,18	0,00198	2,65	0,004	0,00151	0,76234	
4	0,011	0,18	0,00198	2,69	0,004	0,00149	0,75100	
5	0,011	0,18	0,00198	2,64	0,004	0,00152	0,76523	
6	0,011	0,18	0,00198	2,68	0,004	0,00149	0,75381	
7	0,011	0,18	0,00198	2,62	0,004	0,00153	0,77107	
8	0,011	0,18	0,00198	2,65	0,004	0,00151	0,76234	
9	0,011	0,18	0,00198	2,62	0,004	0,00153	0,77107	
10	0,011	0,18	0,00198	2,60	0,004	0,00154	0,77700	
11	0,011	0,18	0,00198	2,60	0,004	0,00154	0,77700	
12	0,011	0,18	0,00198	2,65	0,004	0,00151	0,76234	
13	0,011	0,18	0,00198	2,69	0,004	0,00149	0,75100	
14	0,011	0,18	0,00198	2,64	0,004	0,00152	0,76523	
15	0,011	0,18	0,00198	2,68	0,004	0,00149	0,75381	
16	0,011	0,18	0,00198	2,62	0,004	0,00153	0,77107	
17	0,011	0,18	0,00198	2,65	0,004	0,00151	0,76234	
18	0,011	0,18	0,00198	2,60	0,004	0,00154	0,77700	
19	0,011	0,18	0,00198	2,53	0,004	0,00158	0,79850	
20	0,011	0,18	0,00198	2,62	0,004	0,00153	0,77107	
	Standar deviasi							<b>0,01324</b>

No.	Data dengan Metode Volumetrik Kemiringan 3%						
	Kedalaman Aliran d (m)	Lebar Penampang B (m)	Luas Penampang A (m <sup>2</sup> )	Waktu Penampungan t (s)	Volume Penampungan V (m <sup>3</sup> )	Debit Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran v (m/s)
1	0,010	0,18	0,0018	2,61	0,004	0,00153	0,85143
2	0,010	0,18	0,0018	2,64	0,004	0,00152	0,84175
3	0,010	0,18	0,0018	2,68	0,004	0,00149	0,82919
4	0,010	0,18	0,0018	2,67	0,004	0,00150	0,83229
5	0,010	0,18	0,0018	2,60	0,004	0,00154	0,85470
6	0,010	0,18	0,0018	2,53	0,004	0,00158	0,87835
7	0,010	0,18	0,0018	2,60	0,004	0,00154	0,85470
8	0,010	0,18	0,0018	2,64	0,004	0,00152	0,84175
9	0,010	0,18	0,0018	2,68	0,004	0,00149	0,82919
10	0,010	0,18	0,0018	2,62	0,004	0,00153	0,84818
11	0,010	0,18	0,0018	2,61	0,004	0,00153	0,85143
12	0,010	0,18	0,0018	2,67	0,004	0,00150	0,83229
13	0,010	0,18	0,0018	2,68	0,004	0,00149	0,82919
14	0,010	0,18	0,0018	2,64	0,004	0,00152	0,84175
15	0,010	0,18	0,0018	2,60	0,004	0,00154	0,85470
16	0,010	0,18	0,0018	2,53	0,004	0,00158	0,87835
17	0,010	0,18	0,0018	2,60	0,004	0,00154	0,85470
18	0,010	0,18	0,0018	2,64	0,004	0,00152	0,84175
19	0,010	0,18	0,0018	2,68	0,004	0,00149	0,82919
20	0,010	0,18	0,0018	2,62	0,004	0,00153	0,84818
Standar deviasi							<b>0,01459</b>

4.2 Hasil Pengujian Pengukuran Debit dengan Menggunakan Metode Pelampung

Berdasarkan hasil pengujian dengan metode volumetrik, diperoleh data waktu

tempuh  $t_p$  (s), data jarak tempuh  $L_v$  (m<sup>3</sup>), tinggi muka air  $d$ (m) diperoleh hasil perhitungan kecepatan aliran pada tabel 2

Tabel 2. Data kecepatan aliran dengan metode pelampung

No.	Data dengan Metode Pelampung Kemiringan 0%						
	Kedalaman Aliran d (m)	Lebar Penampang B (m)	Luas Penampang A (m <sup>2</sup> )	Waktu Tempuh t (s)	Jarak Tempuh L (m)	Debit Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran v (m/s)
			$= B \times d$			$= v \times A$	$= L/t$
1	0,015	0,18	0,0027	3,60	2	0,00150	0,55556
2	0,015	0,18	0,0027	3,57	2	0,00151	0,56022
3	0,015	0,18	0,0027	3,50	2	0,00154	0,57143
4	0,015	0,18	0,0027	3,63	2	0,00149	0,55096
5	0,015	0,18	0,0027	3,42	2	0,00158	0,58480
6	0,015	0,18	0,0027	3,62	2	0,00149	0,55249
7	0,015	0,18	0,0027	3,45	2	0,00157	0,57971
8	0,015	0,18	0,0027	3,57	2	0,00151	0,56022
9	0,015	0,18	0,0027	3,50	2	0,00154	0,57143
10	0,015	0,18	0,0027	3,63	2	0,00149	0,55096
11	0,015	0,18	0,0027	3,57	2	0,00151	0,56022
12	0,015	0,18	0,0027	3,42	2	0,00158	0,58480
13	0,015	0,18	0,0027	3,50	2	0,00154	0,57143
14	0,015	0,18	0,0027	3,63	2	0,00149	0,55096
15	0,015	0,18	0,0027	3,57	2	0,00151	0,56022
16	0,015	0,18	0,0027	3,50	2	0,00154	0,57143
17	0,015	0,18	0,0027	3,62	2	0,00149	0,55249
18	0,015	0,18	0,0027	3,45	2	0,00157	0,57971
19	0,015	0,18	0,0027	3,63	2	0,00149	0,55096
20	0,015	0,18	0,0027	3,60	2	0,00150	0,55556
Standar deviasi							<b>0,01197</b>

Data dengan Metode Pelampung Kemiringan 1%							
No.	Kedalaman Aliran d (m)	Lebar Penampang B (m)	Luas Penampang A (m <sup>2</sup> )	Waktu Tempuh t (s)	Jarak Tempuh L (m)	Debit Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran v (m/s)
1	0,012	0,18	0,00216	2,72	2	0,00159	0,73529
2	0,012	0,18	0,00216	2,69	2	0,00161	0,74349
3	0,012	0,18	0,00216	2,68	2	0,00161	0,74627
4	0,012	0,18	0,00216	2,66	2	0,00162	0,75188
5	0,012	0,18	0,00216	2,62	2	0,00165	0,76336
6	0,012	0,18	0,00216	2,70	2	0,00160	0,74074
7	0,012	0,18	0,00216	2,79	2	0,00155	0,71685
8	0,012	0,18	0,00216	2,78	2	0,00155	0,71942
9	0,012	0,18	0,00216	2,65	2	0,00163	0,75472
10	0,012	0,18	0,00216	2,63	2	0,00164	0,76046
11	0,012	0,18	0,00216	2,72	2	0,00159	0,73529
12	0,012	0,18	0,00216	2,68	2	0,00161	0,74627
13	0,012	0,18	0,00216	2,66	2	0,00162	0,75188
14	0,012	0,18	0,00216	2,69	2	0,00161	0,74349
15	0,012	0,18	0,00216	2,62	2	0,00165	0,76336
16	0,012	0,18	0,00216	2,70	2	0,00160	0,74074
17	0,012	0,18	0,00216	2,65	2	0,00163	0,75472
18	0,012	0,18	0,00216	2,63	2	0,00164	0,76046
19	0,012	0,18	0,00216	2,79	2	0,00155	0,71685
20	0,012	0,18	0,00216	2,78	2	0,00155	0,71942
Standar deviasi							<b>0,01539</b>
Data dengan Metode Pelampung Kemiringan 2%							
No.	Kedalaman Aliran d (m)	Lebar Penampang B (m)	Luas Penampang A (m <sup>2</sup> )	Waktu Tempuh t (s)	Jarak Tempuh L (m)	Debit Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran v (m/s)
1	0,011	0,18	0,00198	2,41	2	0,00164	0,82988
2	0,011	0,18	0,00198	2,40	2	0,00165	0,83333
3	0,011	0,18	0,00198	2,37	2	0,00167	0,84388
4	0,011	0,18	0,00198	2,35	2	0,00169	0,85106
5	0,011	0,18	0,00198	2,40	2	0,00165	0,83333
6	0,011	0,18	0,00198	2,31	2	0,00171	0,86580
7	0,011	0,18	0,00198	2,45	2	0,00162	0,81633
8	0,011	0,18	0,00198	2,32	2	0,00171	0,86207
9	0,011	0,18	0,00198	2,37	2	0,00167	0,84388
10	0,011	0,18	0,00198	2,45	2	0,00162	0,81633
11	0,011	0,18	0,00198	2,45	2	0,00162	0,81633
12	0,011	0,18	0,00198	2,32	2	0,00171	0,86207
13	0,011	0,18	0,00198	2,40	2	0,00165	0,83333
14	0,011	0,18	0,00198	2,37	2	0,00167	0,84388
15	0,011	0,18	0,00198	2,37	2	0,00167	0,84388
16	0,011	0,18	0,00198	2,41	2	0,00164	0,82988
17	0,011	0,18	0,00198	2,31	2	0,00171	0,86580
18	0,011	0,18	0,00198	2,45	2	0,00162	0,81633
19	0,011	0,18	0,00198	2,35	2	0,00169	0,85106
20	0,011	0,18	0,00198	2,40	2	0,00165	0,83333
Standar deviasi							<b>0,01659</b>

No.	Data dengan Metode Pelampung Kemiringan 3%						
	Kedalaman Aliran d (m)	Lebar Penampang B (m)	Luas Penampang A (m <sup>2</sup> )	Waktu Tempuh t (s)	Jarak Tempuh L (m)	Debit Q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran v (m/s)
1	0,010	0,18	0,0018	2,35	2	0,00153	0,85106
2	0,010	0,18	0,0018	2,31	2	0,00156	0,86580
3	0,010	0,18	0,0018	2,32	2	0,00155	0,86207
4	0,010	0,18	0,0018	2,28	2	0,00158	0,87719
5	0,010	0,18	0,0018	2,32	2	0,00155	0,86207
6	0,010	0,18	0,0018	2,34	2	0,00154	0,85470
7	0,010	0,18	0,0018	2,24	2	0,00161	0,89286
8	0,010	0,18	0,0018	2,27	2	0,00159	0,88106
9	0,010	0,18	0,0018	2,37	2	0,00152	0,84388
10	0,010	0,18	0,0018	2,23	2	0,00161	0,89686
11	0,010	0,18	0,0018	2,24	2	0,00161	0,89286
12	0,010	0,18	0,0018	2,31	2	0,00156	0,86580
13	0,010	0,18	0,0018	2,32	2	0,00155	0,86207
14	0,010	0,18	0,0018	2,37	2	0,00152	0,84388
15	0,010	0,18	0,0018	2,28	2	0,00158	0,87719
16	0,010	0,18	0,0018	2,27	2	0,00159	0,88106
17	0,010	0,18	0,0018	2,35	2	0,00153	0,85106
18	0,010	0,18	0,0018	2,32	2	0,00155	0,86207
19	0,010	0,18	0,0018	2,34	2	0,00154	0,85470
20	0,010	0,18	0,0018	2,23	2	0,00161	0,89686
Standar deviasi							<b>0,01723</b>

- 4.3 Analisis Karakteristik Saluran dengan Menggunakan Metode Volumetrik dan Pelampung

Berdasarkan data diatas dicari bilangan Froude dengan rumus pada persamaan  $Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot d}}$  sehingga diperoleh bilangan Froude untuk metode volumetrik dan pelampung seperti pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Bilangan Froude dengan Metode Pelampung dan Volumetrik

No.	Kedalaman Aliran d (m)	Angka Froude pada kemiringan 0%			
		Metode Volumetrik		Metode Pelampung	
		Kecepatan Aliran v (m/s)	Bilangan Froude	Kecepatan Aliran v (m/s)	Bilangan Froude
			= $v/(\sqrt{g \cdot d})$		= $v/(\sqrt{g \cdot d})$
1	0,015	0,58557	<b>1,52650</b>	0,55556	<b>1,44826</b>
2	0,015	0,56980	<b>1,52650</b>	0,56022	<b>1,46043</b>
3	0,015	0,58557	<b>1,52650</b>	0,57143	<b>1,48964</b>
4	0,015	0,56980	<b>1,52650</b>	0,55096	<b>1,43629</b>
5	0,015	0,58557	<b>1,52650</b>	0,58480	<b>1,52449</b>
6	0,015	0,58557	<b>1,52650</b>	0,55249	<b>1,44026</b>
7	0,015	0,56980	<b>1,52650</b>	0,57971	<b>1,51123</b>
8	0,015	0,56980	<b>1,52650</b>	0,56022	<b>1,46043</b>
9	0,015	0,57200	<b>1,52650</b>	0,57143	<b>1,48964</b>
10	0,015	0,57870	<b>1,52650</b>	0,55096	<b>1,43629</b>
11	0,015	0,58557	<b>1,52650</b>	0,56022	<b>1,46043</b>
12	0,015	0,56980	<b>1,52650</b>	0,58480	<b>1,52449</b>
13	0,015	0,57200	<b>1,52650</b>	0,57143	<b>1,48964</b>
14	0,015	0,56980	<b>1,52650</b>	0,55096	<b>1,43629</b>
15	0,015	0,58557	<b>1,52650</b>	0,56022	<b>1,46043</b>
16	0,015	0,58557	<b>1,52650</b>	0,57143	<b>1,48964</b>
17	0,015	0,58557	<b>1,52650</b>	0,55249	<b>1,44026</b>
18	0,015	0,56980	<b>1,52650</b>	0,57971	<b>1,51123</b>
19	0,015	0,56980	<b>1,52650</b>	0,55096	<b>1,43629</b>
20	0,015	0,57870	<b>1,52650</b>	0,55556	<b>1,44826</b>



No.	Angka Froude pada kemiringan 1%				
		Metode Volumetrik		Metode Pelampung	
1	0,012	0,71225	<b>2,07591</b>	0,73529	<b>2,14307</b>
2	0,012	0,71225	<b>2,07591</b>	0,74349	<b>2,16697</b>
3	0,012	0,68842	<b>2,00645</b>	0,74627	<b>2,17505</b>
4	0,012	0,68842	<b>2,00645</b>	0,75188	<b>2,19141</b>
5	0,012	0,70146	<b>2,04445</b>	0,76336	<b>2,22486</b>
6	0,012	0,72338	<b>2,10834</b>	0,74074	<b>2,15894</b>
7	0,012	0,70413	<b>2,05223</b>	0,71685	<b>2,08930</b>
8	0,012	0,70681	<b>2,06006</b>	0,71942	<b>2,09681</b>
9	0,012	0,72338	<b>2,10834</b>	0,75472	<b>2,19968</b>
10	0,012	0,71777	<b>2,09200</b>	0,76046	<b>2,21640</b>
11	0,012	0,71225	<b>2,07591</b>	0,73529	<b>2,14307</b>
12	0,012	0,72338	<b>2,10834</b>	0,74627	<b>2,17505</b>
13	0,012	0,71777	<b>2,09200</b>	0,75188	<b>2,19141</b>
14	0,012	0,68842	<b>2,00645</b>	0,74349	<b>2,16697</b>
15	0,012	0,70413	<b>2,05223</b>	0,76336	<b>2,22486</b>
16	0,012	0,71225	<b>2,07591</b>	0,74074	<b>2,15894</b>
17	0,012	0,70146	<b>2,04445</b>	0,75472	<b>2,19968</b>
18	0,012	0,72338	<b>2,10834</b>	0,76046	<b>2,21640</b>
19	0,012	0,68842	<b>2,00645</b>	0,71685	<b>2,08930</b>
20	0,012	0,70681	<b>2,06006</b>	0,71942	<b>2,09681</b>
No.	Angka Froude pada kemiringan 2%				
		Metode Volumetrik		Metode Pelampung	
1	0,011	0,77700	<b>2,36532</b>	0,82988	<b>2,52628</b>
2	0,011	0,79850	<b>2,43077</b>	0,83333	<b>2,53681</b>
3	0,011	0,76234	<b>2,32070</b>	0,84388	<b>2,56892</b>
4	0,011	0,75100	<b>2,28619</b>	0,85106	<b>2,59078</b>
5	0,011	0,76523	<b>2,32949</b>	0,83333	<b>2,53681</b>
6	0,011	0,75381	<b>2,29472</b>	0,86580	<b>2,63565</b>
7	0,011	0,77107	<b>2,34727</b>	0,81633	<b>2,48504</b>
8	0,011	0,76234	<b>2,32070</b>	0,86207	<b>2,62429</b>
9	0,011	0,77107	<b>2,34727</b>	0,84388	<b>2,56892</b>
10	0,011	0,77700	<b>2,36532</b>	0,81633	<b>2,48504</b>
11	0,011	0,77700	<b>2,36532</b>	0,81633	<b>2,48504</b>
12	0,011	0,76234	<b>2,32070</b>	0,86207	<b>2,62429</b>
13	0,011	0,75100	<b>2,28619</b>	0,83333	<b>2,53681</b>
14	0,011	0,76523	<b>2,32949</b>	0,84388	<b>2,56892</b>
15	0,011	0,75381	<b>2,29472</b>	0,84388	<b>2,56892</b>
16	0,011	0,77107	<b>2,34727</b>	0,82988	<b>2,52628</b>
17	0,011	0,76234	<b>2,32070</b>	0,86580	<b>2,63565</b>
18	0,011	0,77700	<b>2,36532</b>	0,81633	<b>2,48504</b>
19	0,011	0,79850	<b>2,43077</b>	0,85106	<b>2,59078</b>
20	0,011	0,77107	<b>2,34727</b>	0,83333	<b>2,53681</b>

No.	Angka Froude pada kemiringan 3%				
		Metode Volumetrik		Metode Pelampung	
1	0,010	0,85143	<b>2,71839</b>	0,85106	<b>2,71724</b>
2	0,010	0,84175	<b>2,68750</b>	0,86580	<b>2,76429</b>
3	0,010	0,82919	<b>2,64739</b>	0,86207	<b>2,75237</b>
4	0,010	0,83229	<b>2,65731</b>	0,87719	<b>2,80066</b>
5	0,010	0,85470	<b>2,72885</b>	0,86207	<b>2,75237</b>
6	0,010	0,87835	<b>2,80435</b>	0,85470	<b>2,72885</b>
7	0,010	0,85470	<b>2,72885</b>	0,89286	<b>2,85067</b>
8	0,010	0,84175	<b>2,68750</b>	0,88106	<b>2,81300</b>
9	0,010	0,82919	<b>2,64739</b>	0,84388	<b>2,69431</b>
10	0,010	0,84818	<b>2,70802</b>	0,89686	<b>2,86346</b>
11	0,010	0,85143	<b>2,71839</b>	0,89286	<b>2,85067</b>
12	0,010	0,83229	<b>2,65731</b>	0,86580	<b>2,76429</b>
13	0,010	0,82919	<b>2,64739</b>	0,86207	<b>2,75237</b>
14	0,010	0,84175	<b>2,68750</b>	0,84388	<b>2,69431</b>
15	0,010	0,85470	<b>2,72885</b>	0,87719	<b>2,80066</b>
16	0,010	0,87835	<b>2,80435</b>	0,88106	<b>2,81300</b>
17	0,010	0,85470	<b>2,72885</b>	0,85106	<b>2,71724</b>
18	0,010	0,84175	<b>2,68750</b>	0,86207	<b>2,75237</b>
19	0,010	0,82919	<b>2,64739</b>	0,85470	<b>2,72885</b>
20	0,010	0,84818	<b>2,70802</b>	0,89686	<b>2,86346</b>

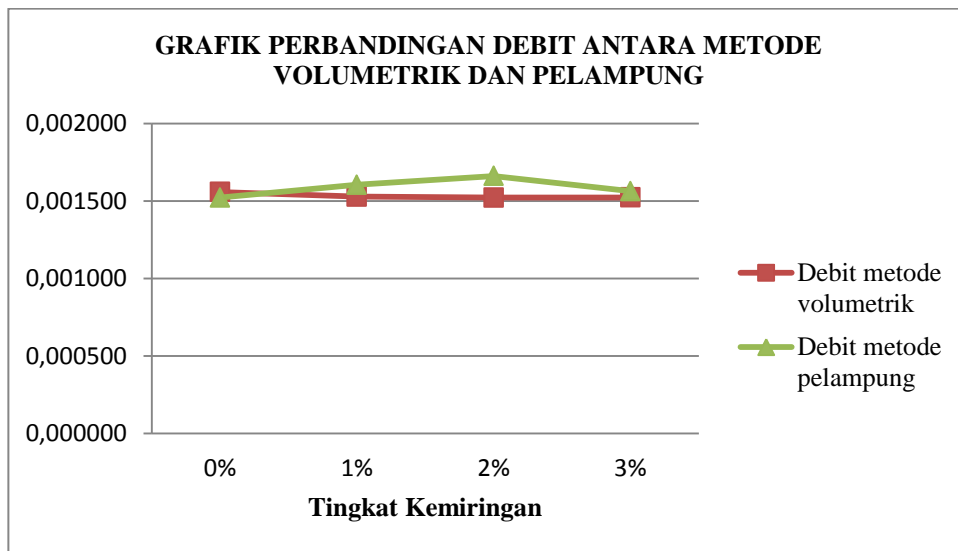
#### 4.4 Bahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut dapat dibuat rata-rata data seperti

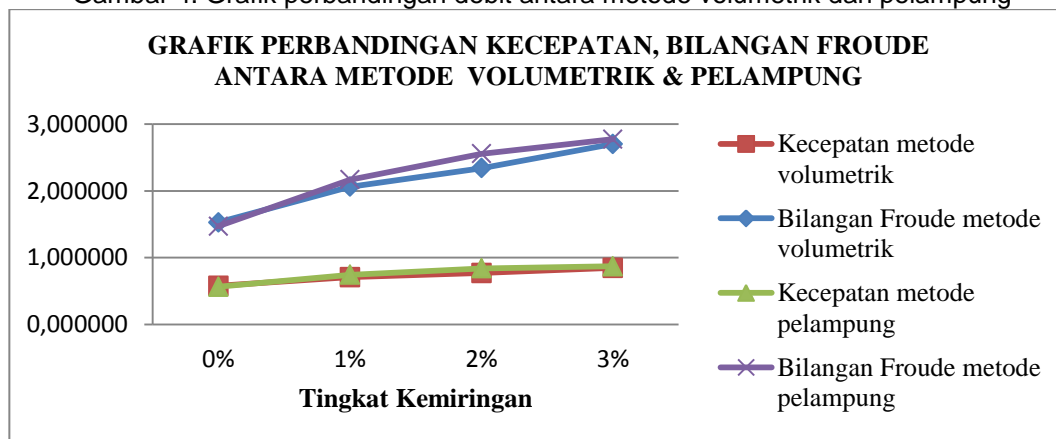
pada tabel 4 dan perbandingan data pada grafik seperti pada gambar 4 dan gambar 5 berikut:

Tabel 3. Data rata-rata

RATA-RATA DATA DENGAN METODE VOLUMETRIK			
Tingkat kemiringan	Debit $Q_v$ (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran $v$ (m/s)	Bilangan Froude
	$= V/t$	$= Q_v/A$	$= v/(\sqrt{g \cdot d})$
0%	0,001558	0,577217	1,526496
1%	0,001529	0,707827	2,063014
2%	0,001522	0,768936	2,340773
3%	0,001523	0,846152	2,701556
RATA-RATA DATA DENGAN METODE PELAMPUNG			
Tingkat kemiringan	Debit $Q_v$ (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan Aliran $v$ (m/s)	Bilangan Froude
	$= V/t$	$= Q_v/A$	$= v/(\sqrt{g \cdot d})$
0%	<b>0,001522</b>	<b>0,563778</b>	<b>1,469698</b>
1%	<b>0,001605</b>	<b>0,743248</b>	<b>2,166250</b>
2%	<b>0,001662</b>	<b>0,839589</b>	<b>2,555854</b>
3%	<b>0,001564</b>	<b>0,868755</b>	<b>2,773722</b>



Gambar 4. Grafik perbandingan debit antara metode volumetrik dan pelampung



Gambar 5. Perbandingan kecepatan, bilangan Froude antara metode volumetrik dan pelampung

Berdasarkan grafik perbandingan debit pada gambar 4, diketahui bahwa pada setiap kemiringan baik dengan menggunakan metode pelampung maupun metode volumetrik, rata-rata debit yang didapatkan adalah sama. Sedangkan kecepatan aliran pada setiap tingkat kemiringan mengalami kenaikan.

Bilangan Froude yang didapatkan untuk setiap tingkat kemiringan lebih dari 1 ( $Fr > 1$ ) dan setiap kenaikan tingkat kemiringan selalu mengalami kenaikan.

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data dapat disimpulkan karakteristik aliran sebagai berikut:

1. Debit aliran yang melalui saluran *flume* tidak terpengaruh oleh tingkat kemiringan.
2. Kecepatan aliran yang melalui saluran *flume* sebanding dengan dengan tingkat

kemiringan. Semakin besar kemiringan maka aliran semakin besar.

3. Bilangan Froude yang didapatkan sebanding dengan tingkat kemiringan.
4. Bilangan Froude lebih dari 1 ( $Fr > 1$ ) sehingga aliran yang melalui flume termasuk aliran super kritis.

### DAFTAR PUSTAKA

- Murdan, Drs., M.Si., 2010. Statistik Pendidikan dan Aplikasinya, Global Pustaka Utama, Yogyakarta.
- Suryana, Prof., DR., MSi., Metodologi Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Jakarta. Universitas Pendidikan Indonesia.  
<http://web.ipb.ac.id/~erizal/mekflud/aliran%20sal%20terbuka.pdf>