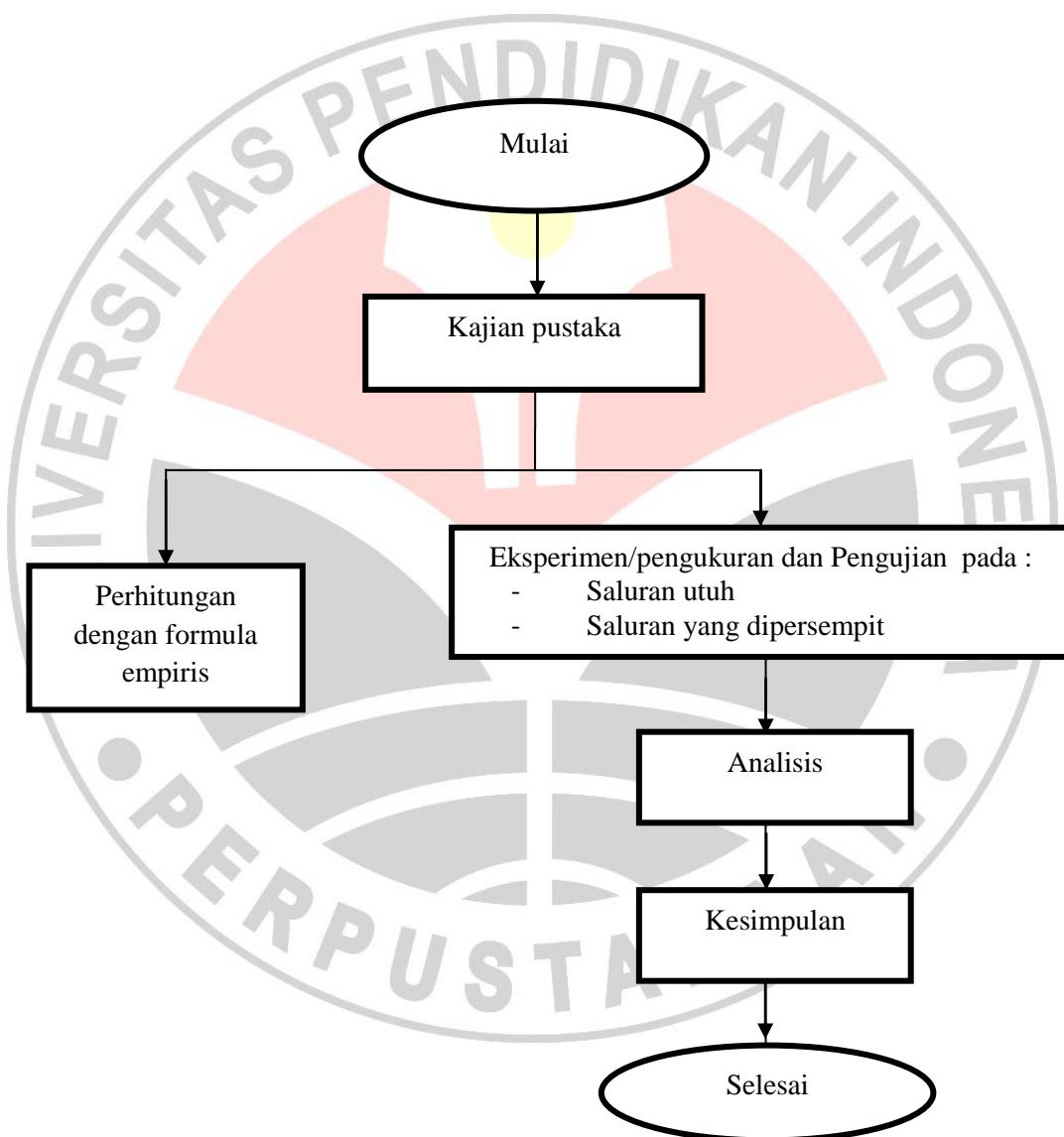


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Metode Penelitian

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Hidrolik dan Mekanika Fluida Jurusan Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI.



Gambar 3.2 Laboratorium Hidrolik Universitas Pendidikan Indonesia

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

### 3.3 Variabel Penelitian

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Hach dan Farhady (1981) bahwa : “variabel dapat didefinisikan sebagai atribut seseorang atau obyek yang mempunyai “variasi” antara satu orang dengan yang lainnya atau satu obyek dengan obyek lainnya” (Sugiyono : 2010).

Dari judul penelitian *Analisis Perubahan Kecepatan Aliran Akibat Penyempitan pada Saluran Terbuka*, variabel bebas dalam penelitian yang digunakan adalah lebar saluran b (cm).

Penyempitan saluran dilakukan pada dua tipe penyempitan yaitu tipe mendadak dan tipe transisi. Lebar saluran dilakukan sampai 4 kali penyempitan di masing-masing tipe dengan dialirkannya debit yang berbeda di setiap penyempitan lebar saluran. Pada eksperimen di laboratorium, penyempitan di hilir saluran dilakukan secara bertahap. Pada awalnya saluran dibiarkan bebas dengan kemiringan yang telah ditentukan, lalu debit dialirkan kemudian dianalisis seluruh variabel yang terjadi di hulu dan hilir saluran tersebut. Setelah diketahui variabel awal, maka dilakukan penyempitan di hilir saluran secara bertahap dan dianalisis

seluruh variabelnya. Penyempitan terus dilakukan sampai 25% dari lebar semula dan didapatnya aliran kritis ( $Fr = 1$ ) pada sebagian sampel debit.

### **3.4 Populasi dan Sampel Penelitian**

Sampel Penelitian yang digunakan adalah sampel total atau merupakan keseluruhan dari populasi. Menurut Sugiyono (2010:27) sampel total adalah sampel yang jumlahnya seluruh populasi.

Adapun sampel penelitian yang digunakan adalah nilai debit  $Q$  (liter/detik) yang dialirkan pada setiap penyempitan lebar saluran dari kedua tipe penyempitan. Debit  $Q$  (liter/detik) dialirkan dari mulai  $Q_1$  (terkecil) sampai dengan  $Q_5$  (terbesar) pada setiap lebar penyempitan saluran yang akan diteliti kemudian dianalisis sampai terbentuknya aliran kritis.

### **3.5 Data dan Sumber Data**

#### **3.5.1 Data**

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data-data nilai dari berbagai percobaan di laboratorium Hidrolika Teknik sipil FPTK UPI. Data yang diambil meliputi :

- a. Data Kecepatan Aliran  $v$  (cm/det)
- b. Data Tinggi Muka Air  $y$  (cm)
- c. Data Lebar Saluran  $b$  (cm)
- d. Data Debit  $Q$  (l/d)
- e. Data Kemiringan Dasar Saluran ( $I$ )

#### **3.5.2 Sumber Data**

Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer yang merupakan hasil dari berbagai percobaan di laboratorium Hidrolika Teknik Sipil FPTK UPI.

### **3.6 Instrumen Penelitian**

#### **3.6.1 Alat dan Bahan Penelitian**

Alat :

### 1. *Flume* (Saluran Model)



Gambar 3.3 *Flume* (Saluran Model)

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

### 2. *Current Meter Mini Propeller* dan Perlengkapannya



Gambar 3.4 *Current Meter Mini Propeller* model Nixon 430 Digital

dan Perlengkapannya

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

### 3. *Point Gate* (Pengukur Tinggi Muka Air)



Gambar 3.5 *Point Gate*

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

4. *Stopwatch* (Pengukur Waktu)



Gambar 3.6 *Stopwatch*

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

5. Alat Tulis dan Penggaris



Gambar 3.7 Alat Tulis dan Penggaris

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

6. Alat Potong Plastik (*Cutter, Gunting*)



Gambar 3.8 Alat Potong Plastik (*Cutter, Gunting*)

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

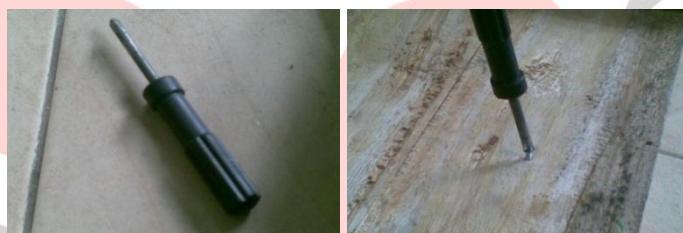
7. *Hand Bored* (Bor Tangan)



Gambar 3.9 Bor Tangan

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

8. Obeng



Gambar 3.10 Obeng

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

9. Alat Hitung (Kalkulator/ Komputer)



Gambar 3.11 Alat Hitung (Kalkulator/ Komputer)

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

10. Alat Ukur (Rol meter)



Gambar 3.12 Rol Meter

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

11. Waterpass



Gambar 3.13 Waterpass

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

12. Kuas



Gambar 3.14 Kuas

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

13. Ember (Vol = 12 liter)



Gambar 3.15 Ember

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

Bahan :

1. Air
2. Kayu (Bahan Penyempitan)



Gambar 3.16 Kayu

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

3. Fiber dan Plastik



Gambar 3.17 Fiber dan Plastik

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

4. Lem Kayu



Gambar 3.18 Lem Kayu

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

5. Lilin



Gambar 3.19 Lilin

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

6. *Styrofoam*



Gambar 3.20 *Styrofoam*

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

7. Sekrup ( $d = 3,5$  mm)

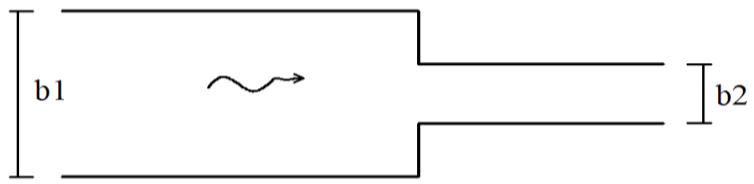


Gambar 3.21 Sekrup

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

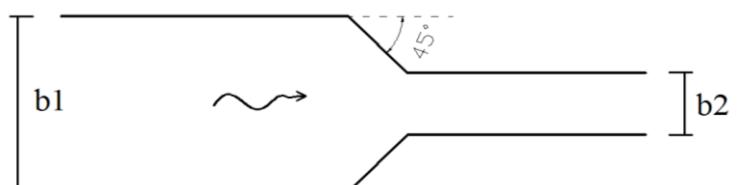
### 3.6.2 Layout Eksperimen

#### Penyempitan Mendadak (PM) - Tipe 1

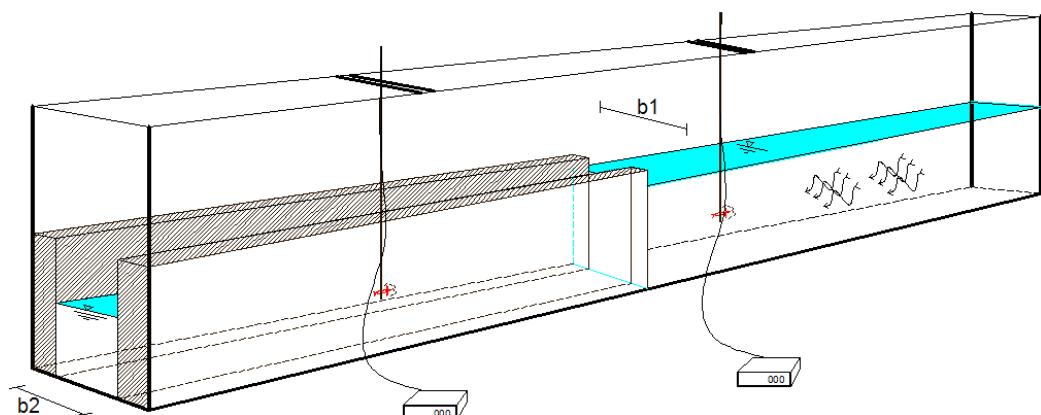


Gambar 3.22 Penyempitan Tipe-1

#### Penyempitan Transisi (PT) - Tipe 2



Gambar 3.23 Penyempitan Tipe-2



Gambar 3.24 Isometri Saluran Tipe-1 pada saat Percobaan

### 3.6.3 Lembar Angket/ Formulir Penelitian

#### a. Pengukuran Kecepatan Aliran

Tabel 3.1 Lembar Angket Pengukuran Kecepatan

<p><b>LABORATORIUM HIDROLIKA DAN HIDROLOGI</b> <b>PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1</b> <b>UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA</b> Jalan Dr. Setiabudhi No.207 Bandung 40154 Telp. 2013163 Pes. 3409 Homepage : <a href="http://www.upi.edu">http://www.upi.edu</a> Email : ps_teknik_sipil@upi.edu</p>					
<p><b>FORMULIR PENELITIAN</b> <b>PENGUKURAN KECEPATAN ( ALAT CURRENT METER )</b></p>					
Hari/Tanggal	:	Kemiringan (I)	:		
Waktu	:	Lebar Saluran (B)	:		
Pengukur/Penguji		No. Tipe Penyempitan			
<i>T (Second)</i>	<i>Indicator Reading /Frequency (Hz)</i>				
	<i>f1</i>	<i>f2</i>	<i>f3</i>	<i>f4</i>	<i>f5</i>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
...					
59					
60					

b. Pengukuran Tinggi Muka Air

Tabel 3.2 Lembar Angket Pengukuran Tinggi Muka Air

<p><b>LABORATORIUM HIDROLIKA DAN HIDROLOGI</b> <b>PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1</b> <b>UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA</b> Jalan Dr. Setiabudhi No.207 Bandung 40154 Telp. 2013163 Pes. 3409 Homepage : <a href="http://www.upi.edu">http://www.upi.edu</a>-email : <a href="mailto:ps_teknik_sipil@upi.edu">ps_teknik_sipil@upi.edu</a></p>					
<b>FORMULIR PENELITIAN</b> <b>PENGUKURAN TINGGI MUKA AIR</b>					
Hari/Tanggal	=	Kemiringan (I)	=		
Waktu	=	Lebar Saluran (B)	=		
Pengukur/Penguji	=	Tipe Penyempitan	=		
No.	B - x (Cm)	Q (m <sup>3</sup> /det)	h (Cm)		
			h1	h2	h3
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

### c. Pengukuran Debit Aliran

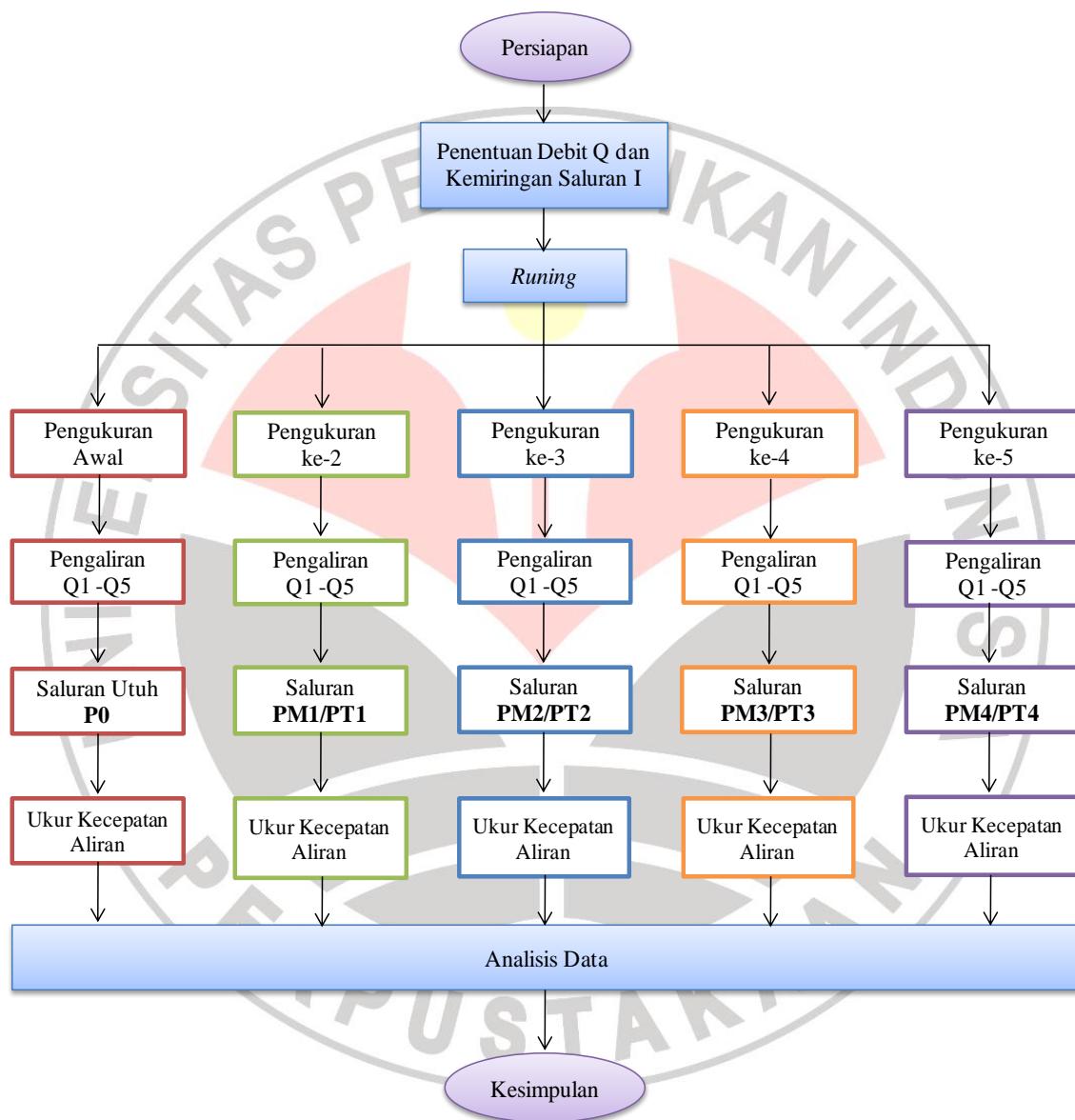
Tabel 3.3 Lembar Angket Pengukuran Debit Volumetrik

d. Pengukuran Lebar Saluran

Tabel 3.4 Lembar Angket Pengukuran Lebar Saluran

### 3.7 Alur Kerja dan Desain Penelitian

#### 3.7.1 Alur Kerja Penelitian



Gambar 3.25 Diagram Alur Kerja Penelitian

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

### 3.7.2 Desain Penelitian

Tabel 3.5 Desain Penelitian Pengukuran

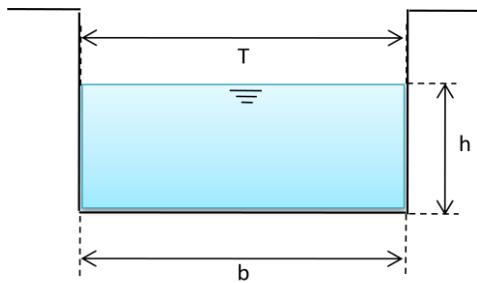
No.	Pengukuran	Debit Q (l/d)	Penyempitan	Kecepatan Aliran v (cm/d)	Tinggi Energi (cm)
1	ke-1	Q1	P0	v1	E1
2	ke-2		PM1/PT1	v2	E2
3	ke-3		PM2/PT2	v3	E3
4	ke-4		PM3/PT3	v4	E4
5	ke-5		PM4/PT4	v5	E5
6	ke-6	Q2	P0	v6	E6
7	ke-7		PM1/PT1	v7	E7
8	ke-8		PM2/PT2	v8	E8
9	ke-9		PM3/PT3	v9	E9
10	ke-10		PM4/PT4	v10	E10
11	ke-11	Q3	P0	v11	E11
12	ke-12		PM1/PT1	v12	E12
13	ke-13		PM2/PT2	v13	E13
14	ke-14		PM3/PT3	v14	E14
15	ke-15		PM4/PT4	v15	E15
16	ke-16	Q4	P0	v16	E16
17	ke-17		PM1/PT1	v17	E17
18	ke-18		PM2/PT2	v18	E18
19	ke-19		PM3/PT3	v19	E19
20	ke-20		PM4/PT4	v20	E20
21	ke-21	Q5	P0	v21	E21
22	ke-22		PM1/PT1	v22	E22
23	ke-23		PM2/PT2	v23	E23
24	ke-24		PM3/PT3	v24	E24
25	ke-25		PM4/PT4	v25	E25

## 3.8 Teknik Analisis Data

### 3.8.1 Penentuan Parameter Geometrik

Parameter geometrik pada saluran terbuka antara lain :

- Kedalaman aliran (h) yaitu jarak vertikal titik terendah pada suatu penampang saluran sampai ke permukaan bebas.
- Lebar dasar (b) dan puncak (T) yaitu lebar dasar penampang saluran dan pada permukaan bebas.



Gambar 3.26 Penampang Persegi Saluran

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

Pada saluran persegi maka :

$$T = b \quad (3.1)$$

- c. Luas basah (A) yaitu luas penampang melintang aliran yang tegak lurus dengan arah aliran.

Pada saluran persegi maka :

$$A = b \cdot h \quad (3.2)$$

- d. Keliling basah (P) yaitu panjang garis perpotongan dari permukaan basah saluran dengan bidang penampang melintang yang tegak lurus arah aliran.

Pada saluran persegi maka :

$$P = 2h + b \quad (3.3)$$

- e. Jari-jari hidrolik (R) yaitu rasio luas basah dengan keliling basah.

$$R = A/P \quad (3.4)$$

- f. Kedalaman hidrolik (D atau y) yaitu rasio luas basah dengan lebar puncak.

Pada saluran persegi maka :

$$y = h \text{ (Penampang Persegi)} \quad (3.5)$$

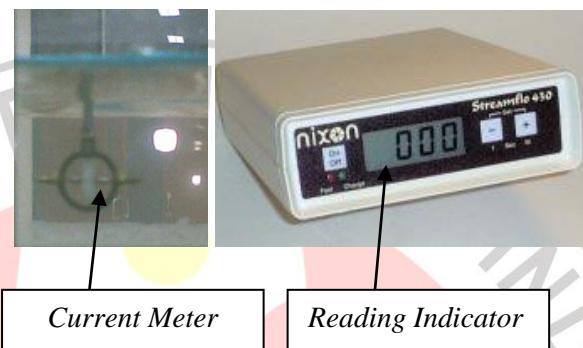
- g. Kemiringan dasar saluran (I) yaitu rasio jarak vertikal dengan horizontal saluran atau perbandingan elevasi dengan panjangnya.

$$I = \Delta E / L \quad (3.6)$$

### 3.8.2 Pengukuran Kecepatan Aliran $v$ (cm/d)

- a. Perhitungan Kecepatan Aliran dengan Alat *Current Meter*

Pengukuran kecepatan aliran di laboratorium digunakan alat ukur *Current Meter*. Alat ukur ini mampu memberikan ketelitian cukup tinggi sehingga data yang terbaca cukup akurat. Jenis alat yang digunakan adalah *Current Meter Mini Propeller* model **Nixon 430 Digital**.



Gambar 3.27 *Current meter Nixon 430 Digital*

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

Cara pengukuran kecepatan dengan alat *Current Meter* pada *flume* :

- 1) Pasangkan *current meter* dengan *flowmeter (Streamflo)* pada saluran dengan kedalaman 0,6 h.
- 2) Catat banyaknya rotasi/putaran per detik yang terbaca pada indikator bacaan.
- 3) Data tersebut berupa frekuensi dalam satuan Hz.

Setelah pencatatan data selesai, maka data belum bisa dipakai dalam perhitungan. Data harus dikalibrasi terlebih dahulu dari frekuensi (Hz) ke kecepatan (Cm/d). Proses kalibrasi data tersebut menggunakan grafik (*Calibration Chart*) yang dikeluarkan oleh produsen alat tersebut. *Calibration Chart* untuk alat Current Meter tipe **Nixon 430 Digital** sebagai berikut :

Streamflo Probe Calibration Chart

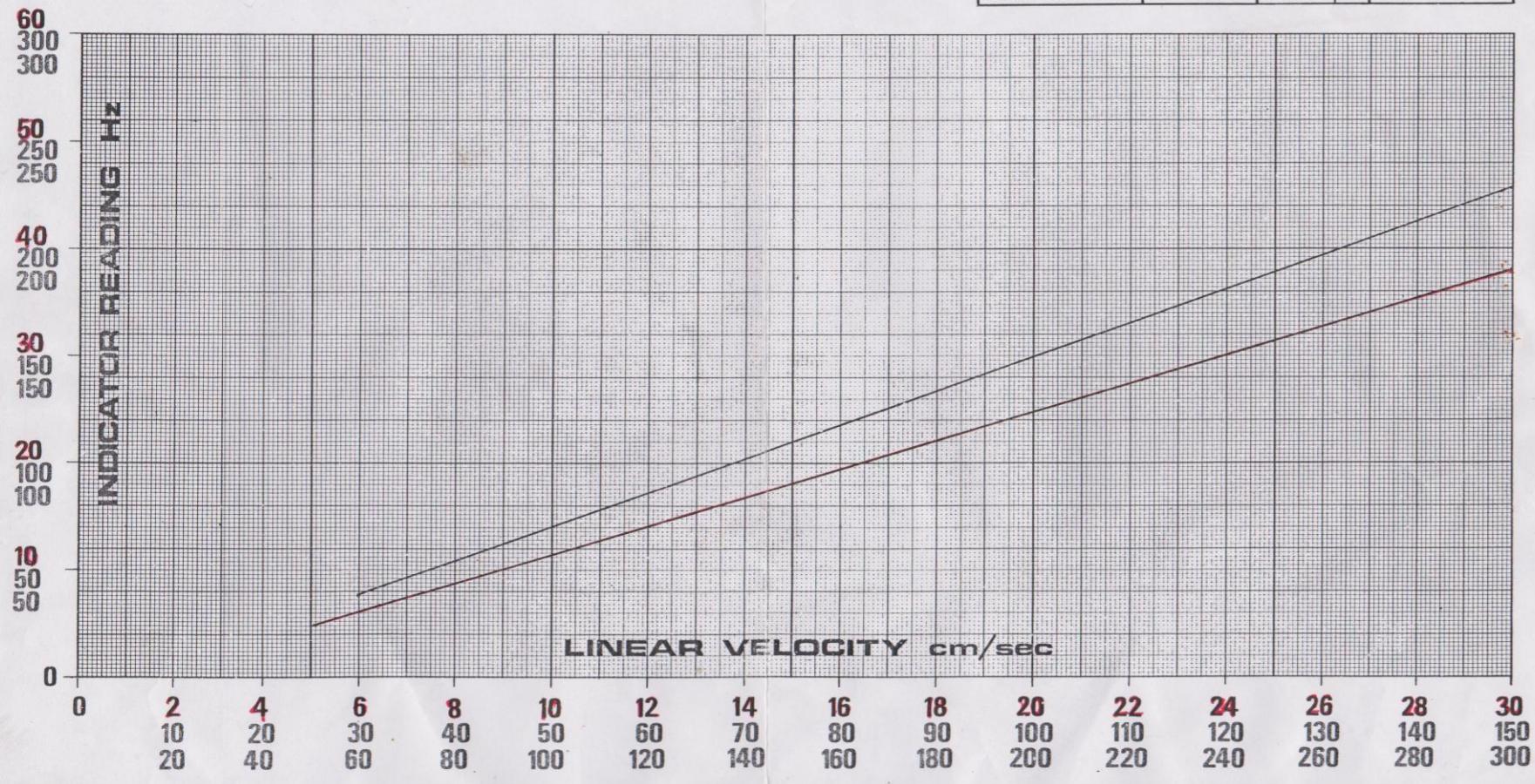
403 Low Speed Probe.

**NIXON**  
INSTRUMENTATION

Use green figures for high speed probes

Use red and black figures for low speed probes

Serial no 2594 type 403 Date 14/10/88 Engineer CL



Gambar 3.28 Calibration Chart

Selain menggunakan grafik kalibrasi, dapat pula menggunakan formula yang diperoleh dari grafik tersebut yaitu sebagai berikut :

bila  $f = 4.8 - 38$  Hz, maka :

$$v \text{ (cm/det)} = 0.75f + 1.5 \quad (3.7)$$

bila  $f = 38 - 230$  Hz, maka :

$$v \text{ (cm/det)} = 0.625f + 6.25 \quad (3.8)$$

### 3.8.3 Pengukuran Debit Aliran Q (liter/detik)

#### a. Pengukuran debit aliran metoda volumetrik.

Pengukuran debit aliran dengan metoda volumetrik pada penelitian ini adalah pengaliran debit air yang tertampung dalam volume 12 liter dalam kurun waktu tertentu  $t$  (detik) sehingga dapat diketahui  $Q_v$  (liter/detik). Formula debit volumetrik adalah sebagai berikut :

$$Q_v \text{ (liter/det)} = 12/t \quad (3.9)$$

#### b. Sebagai kontrol, debit aliran dihitung sebagai berikut :

formula dasar :

$$Q = v A \quad (3.10)$$

- bila kecepatan aliran  $v$  (cm/det) dari alat *current meter*,

maka :

$$Q \text{ (l/d)} = v A \quad (3.11)$$

$$A \text{ (cm}^2\text{)} = b.h \quad (3.12)$$

$v$  (cm/det) = kecepatan aliran

- bila kecepatan aliran  $v$  (cm/det) dari formula Meaning,

maka :

$$Q = 1/n R^{2/3} I^{1/2} b h \quad (3.13)$$

### 3.8.4 Perhitungan Bilangan Froude

Perhitungan bilangan *Froude* dimaksudkan untuk mengetahui kondisi aliran dalam suatu saluran. Formula Bilangan Froude adalah sebagai berikut :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g y_o}} \quad (3.14)$$

Keterangan :

$v$  = nilai kecepatan aliran rata-rata (cm/det).

$y_o$  = kedalaman aliran, cm.

$g$  = percepatan gravitasi, cm/s<sup>2</sup>.

Fr = bilangan Froude.

Ada tiga kondisi aliran tergantung dari nilai Fr-nya yaitu :

1. Bila nilai  $Fr < 1$ , maka disebut aliran subkritis.
2. Bila nilai  $Fr = 1$ , maka disebut aliran kritis.
3. Bila nilai  $Fr > 1$ , maka aliran superkritis.

### 3.8.5 Perhitungan Energi Spesifik

Perhitungan energi spesifik dimaksudkan untuk mengetahui energi di hulu dan hilir saluran sehingga dapat diketahui peningkatannya setelah disempitkannya lebar saluran di setiap tipe penyempitan. Formula energi spesifik adalah sebagai berikut :

$$E = y + \alpha \frac{v^2}{2g} \quad (3.15)$$

keterangan :

$$y = \frac{p}{\gamma} = \text{tinggi tekanan}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \text{tinggi kecepatan}$$

$\alpha$  = koefisien Corilois

Peningkatan energi dapat diketahui setelah dihitung seluruh parameter sampai dengan nilai energi spesifik di hulu dan hilir saluran di masing-masing tipe penyempitan. Berikut adalah tabel perhitungannya :

Tabel 3.6 Metode Perhitungan

No	Debit Q (liter/d)	Tipe	b2 (cm)	v (cm/det)	h (cm)	Fr	Keterangan	Kontrol Debit Q (liter/d)	Energi Spesifik (cm)
----	-------------------	------	---------	------------	--------	----	------------	---------------------------	----------------------

### 3.9 Analisis Uji Statistika

#### 3.9.1 Uji Ragam Regresi atau Uji F

Uji ragam regresi atau uji F digunakan untuk menunjukkan derajat perbedaan atau variasi nilai dari data dalam suatu kumpulan data (Sudjana, 1996:299). Uji F dimaksudkan untuk menentukan garis regresi terbaik, dalam hal ini adalah menguji variabel *independent* secara serentak terhadap variabel *dependent*. Penjelasan uji F ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3.7 ANOVA Tabel

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Nilai F hitung (F <sub>hit</sub> )	F tabel
Regresi	p = 1	$b_1 \sum y_i x_i$ atau $(b_1 JHK XY)$	$JK \text{ Reg}/p = \frac{KT \text{ Regresi}}{KT \text{ Reg}}$	$\frac{KT \text{ Regresi}}{KT \text{ Galat}}$	Lihat tabel F
Residual atau Galat	$n - p - 1$	JK Galat	$\frac{JK \text{ Galat}}{n - p - 1} =$ $\frac{JK \text{ Galat}}{KT \text{ Galat}}$		
Total	$n - 1$	$\sum y_i^2 = JK \text{ Total}$ $= JK Y$			

Adapun kriteria pengujian nilai F <sub>hitung</sub> adalah:

1. Jika  $F_{\text{hitung}} \leq F_{(\text{tabel } 5\%)}$ . Hal ini berarti bahwa garis regresi penduga ( $\hat{Y}$ ) linier sederhana yang didapat tersebut bukan garis regresi yang terbaik untuk menghampiri pasangan pengamatan X,Y. Atau dapat dikatakan ini berarti bahwa terdapat hubungan bukan linier pada pasangan pengamatan X,Y tersebut.
2. Jika  $F_{\text{hitung}} > F_{(\text{tabel } 5\%)}$ . Hal ini berarti bahwa terdapat hubungan linier antara pengaruh X terhadap Y. Atau dapat dikatakan bahwa garis regresi penduga ( $\hat{Y}$ ) linier sederhana yang didapat tersebut adalah garis regresi penduga yang terbaik untuk menghampiri pasangan pengamatan X,Y.

### 3.9.2 Uji Koefisien Regresi atau Uji t

Uji t dimaksudkan untuk menguji keberartian dari setiap koefisien variabel bebas (*independent*) terhadap variabel terikat (*dependent*). Uji t ditunjukkan dengan rumus dibawah ini

$$t_{\text{hitung}} = \frac{b_i}{s_{b_i}} \quad (3.16)$$

$$S_{b_i} = \sqrt{var\ b_i} \quad (3.17)$$

Adapun kriteria pengujian nilai t hitung, dimana nilai  $t_{\text{tabel}} = t(\alpha/2, \text{db galat})$  dan  $\alpha$  = taraf nyata adalah :

1. Jika  $t_{\text{hitung}} \leq t(\text{tabel } 5\%, \text{ db galat})$ . Hal ini dapat dikatakan bahwa terima  $H_0$ . Untuk pengujian  $b_0$  yang berarti bahwa  $b_0$  melalui titik acuan (titik 0,0) yaitu nilai  $Y = 0$  jika  $X = 0$ . Untuk  $b_1$ , jika  $t_{\text{hitung}} \leq t(\text{tabel } 5\%, \text{ db galat})$  maka garis regresi penduga  $\hat{Y}$  dikatakan sejajar dengan sumbu  $X$  pada nilai  $b_0$ .
2. Jika  $t_{\text{hitung}} > t(\text{tabel } 5\%, \text{ db galat})$  Hal ini dikatakan bahwa tolak  $H_0$ , yang berarti bahwa garis regresi penduga  $\hat{Y}$  tidak melalui titik acuan ( $X, Y = 0,0$ ). Dengan kata lain, ini berarti bahwa koefisien arah  $b_1$  yang berangkutan dapat dipakai sebagai penduga dan peramalan yang dapat dipercaya. Pengujian yang dilakukan dengan cara tersebut di atas, dapat memberikan petunjuk apakah setiap variabel  $X$  memberikan pengaruh atau hubungan yang nyata terhadap variabel tak bebas  $Y$ . Perlu diingatkan bahwa dalam pengujian di atas (baik uji F maupun uji t), didasarkan metode kuadrat terkecil (*OLS*).

### 3.9.3 Uji r regresi (Koefisien Korelasi)

Uji r merupakan pengujian terhadap keeratan hubungan antara kedua variabel. Dituliskan dengan simbol  $r_{xy}$  atau  $r_{yx}$  Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui nilai koefisien r adalah :

$$r_{xy} = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sqrt{\left( \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right) \left( \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right)}} \quad (3.18)$$

Keterangan :

$r_{xy}$  = koefisien korelasi

X = variabel bebas (independent)

Y = variabel terikat (dependent)

n = jumlah sampel

Dalam uji r dilakukan perbandingan nilai antara koefisien r yang dihitung atau r hitung dengan r tabel. Berikut kriterianya :

1. Jika  $r_{hitung} \leq r(\text{tabel } 5\%, \text{ db galat})$  Hal ini dapat dikatakan bahwa tidak terdapat hubungan linier atau korelasi sederhana antara variabel yang satu dengan variabel yang lainnya.
2. Jika  $r_{hitung} > r(\text{tabel } 5\%, \text{ db galat})$  Hal ini dikatakan bahwa tolak  $H_0$ , yang berarti bahwa terdapat hubungan linier atau korelasi sederhana antara variabel yang satu dengan variabel yang lainnya.