

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Metode penelitian menurut Sugiyono (2008:4) merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid dengan tujuan dapat ditemukan, dibuktikan dan dikembangkan.

Adapun metode penelitian Tugas Akhir ini adalah hipotetik eksperimental yang berbentuk pengujian fisik berbasis laboratorium. Dimana pengujian eksperimental selalu terdapat variabel – variabel dalam kondisi yang terkontrol secara ketat (Winarno S, 1982).

3.2 Lokasi Pengujian

Lokasi pengujian akan dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika dan Laboratorium Struktur Departemen Pendidikan Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia.

3.3 Alat dan Bahan

A. Alat yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan :

1. Alat simulasi aliran, *circulating flume* dengan dimensi :
Panjang : 12,24 m
Lebar saluran : 30 cm
Tinggi saluran : 48 cm
Dinding saluran : *fiber glass*
Dasar saluran : *stainless steel*



Gambar 3.1 *Circulating flume*

Sumber : Dokumentasi penulis

2. Stopwatch



Gambar 3.2 Stop Wach

Sumber : Dokumentasi penulis

3. Saringan dan sieve shaker untuk uji sieve analysis



Gambar 3.3 Saringan dan *sieve shaker* untuk *sieve analysis*

Sumber : Dokumentasi penulis

4. Penggaris



Gambar 3.4 Penggaris

Sumber : Dokumentasi penulis

5. Alat pengukur debit

- Volumetrik berupa ember, yaitu metode menghitung debit dengan cara menghitung waktu yang dibutuhkan air sampai penuh ke dalam suatu ember yang telah diketahui volumenya. Sehingga debit dapat diketahui dengan membagi antara volume dengan waktu penuh/ terkumpul (dalam detik).



Gambar 3.5 Ember

Sumber : Dokumentasi penulis

6. Termometer air raksa
7. Tabung pitot/ *pitot tube* untuk mengukur kecepatan aliran



Gambar 3.6 *Pitot Tube*

Sumber : Dokumentasi penulis

8. Current Meter untuk mengukur kecepatan



Gambar 3.7 Current meter

Sumber : Dokumentasi penulis

9. Saringan pancing



Gambar 3.8 a Saringan pancing

Gambar 3.8 b 1 buah saringan di mulut saluran

Gambar 3.8 c 1 buah saringan portable pada akhir saluran

Sumber : Dokumentasi penulis

10. Alat tulis

11. Jangka sorong digital



Gambar 3.9 Jangka sorong digital

Sumber : Dokumentasi penulis

12. Timbangan digital



Gambar 3.10 Timbangan digital

Sumber : Dokumentasi penulis

B. Bahan yang Diperlukan

1. Gelas plastik



Gambar 3.11 Pendekatan gelas plastik

Sumber : Dokumentasi penulis

2. Air (*clear water*)

3. Pasir yang sudah diuji *sieve analysis*

3.4 Instrumen Penelitian

A. Variabel

Dalam suatu eksperimen kemajemukan data dapat menunjukkan perbandingan hasil yang dapat diamati. Begitupun halnya dengan pengamatan, perlakuan yang akan dijadikan variabel adalah variabel debit, banyaknya plastik dan bahan dasar saluran.

Terdapat lebih dari satu debit yang diuji dalam penelitian ini. Jenis variabel debit ditentukan dengan *range* bervariasi mulai dari debit rendah, sedang dan cukup besar untuk saluran *flume* dengan satuan yang digunakan adalah liter/detik. Besaran debit ditentukan dengan besar bukaan *valve* pompa yaitu :

Tabel 3.1 Variabel debit

Variabel debit	Besar Bukaan <i>valve</i>
Debit 1 (D1)	1 putaran
Debit 2 (D2)	1 ¼ putaran
Debit 3 (D3)	1 ½ putaran
Debit 4 (D4)	1 ¾ putaran
Debit 5 (D5)	1 7/8 putaran



Gambar 3.12 Arah putaran *valve* pompa

Sumber : Dokumentasi penulis

Variabel gelas plastik merupakan variabel bebas atau variabel X. Variabel gelas plastik dibedakan berdasarkan ukuran beratnya, dalam satuan gram. Satu variabel plastik di-*running* selama satu kali pengaliran dengan cara dijatuhkan secara kontinyu pada waktu yang telah ditentukan.

Variabel bahan dasar saluran juga menjadi pembanding untuk kekasaran dasar salurannya, karena bahan dasar saluran adalah salah satu pusat penelitian selain angkutan plastik. Bahan dasar saluran yang akan dijadikan pembanding adalah bahan dasar saluran *flume* asli (*stainless steel*) dan pasir.

B. Desain Pengujian

Desain pengujian merupakan urutan tahapan pengujian yang dilakukan. Setiap pengujian diklasifikasikan dan diberi nama sesuai dengan variabel debit dan bahan dasar saluran untuk mencegah tertukarnya data hasil pengujian. Sebagai contoh D1L berarti debit variabel 1 dan bahan dasar saluran licin (*eksisting flume*). Sedangkan D1P berarti debit variabel 1 dan bahan dasar saluran pasir. Berikut merupakan desain pengujianya :

Tabel 3.2 Desain Pengujian

No.	Nomor Pengujian	Kode Pengujian	Variabel		
			Bahan Dasar Saluran	Debit	Plastik
1	Pengujian 1	D1L	Licin	1 putaran <i>valve</i>	tanpa plastik
2	Pengujian 2				2
3	Pengujian 3				4
4	Pengujian 4				6
5	Pengujian 5				8
6	Pengujian 6				10
7	Pengujian 7				12
8	Pengujian 8				14
9	Pengujian 9				16
10	Pengujian 10				18

Lanjutan Tabel 3.2 Desain Pengujian

No.	Nomor Pengujian	Kode Pengujian	Variabel				
			Bahan Dasar Saluran	Debit	Plastik		
11	Pengujian 11	D2L	Licin	1 1/4 putaran valve	tanpa plastik		
12	Pengujian 12				2		
13	Pengujian 13				4		
14	Pengujian 14				6		
15	Pengujian 15				8		
16	Pengujian 16				10		
17	Pengujian 17				12		
18	Pengujian 18				14		
19	Pengujian 19				16		
20	Pengujian 20				18		
21	Pengujian 21	D3L		Licin	1 1/2 putaran valve	tanpa plastik	
22	Pengujian 22					2	
23	Pengujian 23					4	
24	Pengujian 24					6	
25	Pengujian 25					8	
26	Pengujian 26					10	
27	Pengujian 27					12	
28	Pengujian 28					14	
29	Pengujian 29					16	
30	Pengujian 30					18	
31	Pengujian 31	D4L			Licin	1 3/4 putaran valve	tanpa plastik
32	Pengujian 32						2
33	Pengujian 33						4
34	Pengujian 34						6
35	Pengujian 35						8
36	Pengujian 36						10
37	Pengujian 37						12
38	Pengujian 38						14
39	Pengujian 39						16
40	Pengujian 40						18

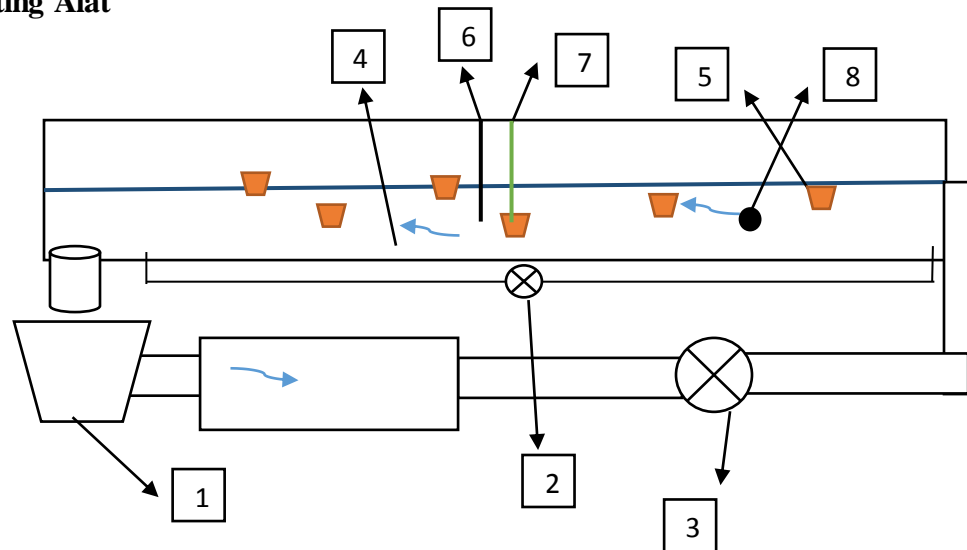
Lanjutan Tabel 3.2 Desain Pengujian

No.	Nomor Pengujian	Kode Pengujian	Variabel		
			Bahan Dasar Saluran	Debit	Plastik
41	Pengujian 41	D5L	Licin	1 7/8 putaran valve	tanpa plastik
42	Pengujian 42				2
43	Pengujian 43				4
44	Pengujian 44				6
45	Pengujian 45				8
46	Pengujian 46				10
47	Pengujian 47				12
48	Pengujian 48				14
49	Pengujian 49				16
50	Pengujian 50				18
51	Pengujian 51	D1P	Pasir	1 putaran valve	tanpa plastik
52	Pengujian 52				2
53	Pengujian 53				4
54	Pengujian 54				6
55	Pengujian 55				8
56	Pengujian 56				10
57	Pengujian 57				12
58	Pengujian 58				14
59	Pengujian 59				16
60	Pengujian 60				18
61	Pengujian 61	D2P	Pasir	1 1/4 putaran valve	tanpa plastik
62	Pengujian 62				2
63	Pengujian 63				4
64	Pengujian 64				6
65	Pengujian 65				8
66	Pengujian 66				10
67	Pengujian 67				12
68	Pengujian 68				14
69	Pengujian 69				16
70	Pengujian 70				18

Lanjutan Tabel 3.2 Desain Pengujian

No.	Nomor Pengujian	Kode Pengujian	Variabel		
			Bahan Dasar Saluran	Debit	Plastik
71	Pengujian 71	D3P		1 1/2 putaran valve	tanpa plastik
72	Pengujian 72				2
73	Pengujian 73				4
74	Pengujian 74				6
75	Pengujian 75				8
76	Pengujian 76				10
77	Pengujian 77				12
78	Pengujian 78				14
79	Pengujian 79				16
80	Pengujian 80				18
81	Pengujian 81	D4P	Pasir	1 3/4 putaran valve	tanpa plastik
82	Pengujian 82				2
83	Pengujian 83				4
84	Pengujian 84				6
85	Pengujian 85				8
86	Pengujian 86				10
87	Pengujian 87				12
88	Pengujian 88				14
89	Pengujian 89				16
90	Pengujian 90				18
91	Pengujian 91	D5P		1 7/8 putaran valve	tanpa plastik
92	Pengujian 92				2
93	Pengujian 93				4
94	Pengujian 94				6
95	Pengujian 95				8
96	Pengujian 96				10
97	Pengujian 97				12
98	Pengujian 98				14
99	Pengujian 99				16
100	Pengujian 100				18

C. Setting Alat



Gambar 3.13 Setting alat

Sumber : Dokumentasi penulis

Keterangan :

1. Sump tank
2. Poros besi untuk sistem jacking
3. Putaran valve
4. Pasir
5. Angkutan gelas plastik
6. Current meter
7. Tabung pitot
8. Point control yang terletak 30 cm dari supply plastik

Cara kerja *circulating flume* memakai sistem sirkulasi air, artinya air dalam *sump tank* mengalir ke *flume* tertutup masuk ke *flume* terbuka masuk lagi ke *sump tank* begitu seterusnya. Untuk pengambilan debit yang dihitung adalah saat aliran tanpa angkutan plastik dan saat pengujian dengan angkutan plastik dilakukan, besar debit dianggap sama dengan debit tanpa plastik dan lebih fokus pada perolehan kecepatan yang didapat.

Langkah – langkah pengujian :

A. Uji *sieve analysis*

1. Ayakan dibersihkan dengan menggunakan kuas kering, sehingga lubang-lubang dari ayakan bersih dari butir-butir yang menempel.



Gambar 3.14 Membersihkan saringan

Sumber : Dokumentasi penulis

2. Masing-masing ayakan dan pan ditimbang beratnya.



Gambar 3.15 Menimbang berat ayakan

Sumber : Dokumentasi penulis

3. Kemudian ayakan tadi disusun menurut nomor ayakan (ukuran lubang terbesar diatas).
4. Ambil contoh tanah seberat 500 gram, lalu masukkan ke dalam ayakan teratas dan kemudian ditutup.
5. Susunan ayakan dikocok dengan bantuan *sieve shaker* selama kurang lebih 10 menit.



Gambar 3.16 Susunan ayakan yang sedang dikocok

Sumber : Dokumentasi penulis

6. Diamkan selama 3 menit agar debu-debu mengendap.
7. Masing-masing ayakan dengan contoh tanah yang tertinggal ditimbang,
diperoleh berat tanah tertahan.

B. Uji kecepatan alir debit



Gambar 3.17 Kran air dan pengisian *sump tank*

Sumber : Dokumentasi penulis

1. Mengisi air (*clear water*) pada *sump tank* dengan menggunakan selang yang terpasang dengan kran. Pengisian *sump tank* hingga terisi $\frac{3}{4}$ membutuhkan waktu ± 40 menit dengan memakai 3 buah kran sekaligus.
2. Memasukkan pasir sebagai bahan dasar saluran pada *flume* saat me – *running* variabel dasar saluran pasir.



Gambar 3.18 Dasar saluran *flume*

Sumber : Dokumentasi penulis

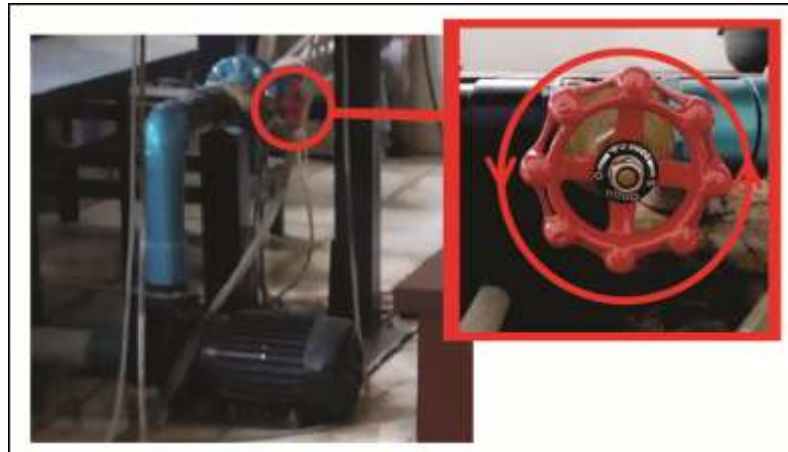
3. Menyalakan pompa



Gambar 3.19 Tahapan menyalakan pompa

(Sumber : Dokumentasi penulis)

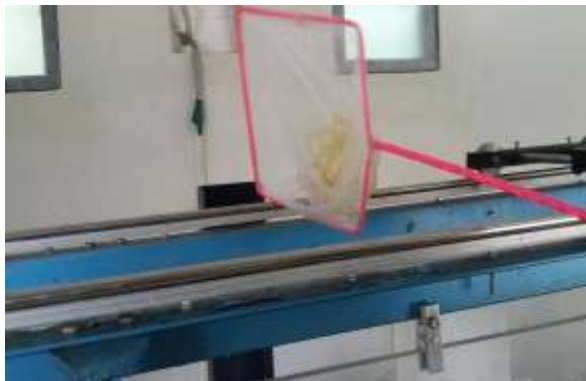
4. Memutar *valve* pompa dengan menyesuaikan variabel debit yang ditentukan. Tunggu beberapa saat hingga aliran tenang (stabil), baru memulai *running*.



Gambar 3.20 Arah putaran *valve*

(Sumber : Dokumentasi penulis)

5. Pemberian angkutan gelas plastik setiap angkutan plastik setiap ± 3 detik dari tempat *supply* angkutan agar angkutan dalam aliran tersebut homogen.



Gambar 3.21 Pemberian angkutan

(Sumber : Dokumentasi penulis)

6. Selama *running*, akan ada air yang masuk ke dalam dua selang pitot dan membuat ketinggian pada tabung pembacaan. Saat pengukuran aliran, tabung pitot L dinaikan per 2cm dari dasar sampai ke tinggi permukaan aliran. Setiap kenaikannya, mencatat nilai h_1 dan h_2 yang terbaca pada tabung pembacaan.



Gambar 3.22 Manometer pitot

Sumber : Dokumentasi penulis

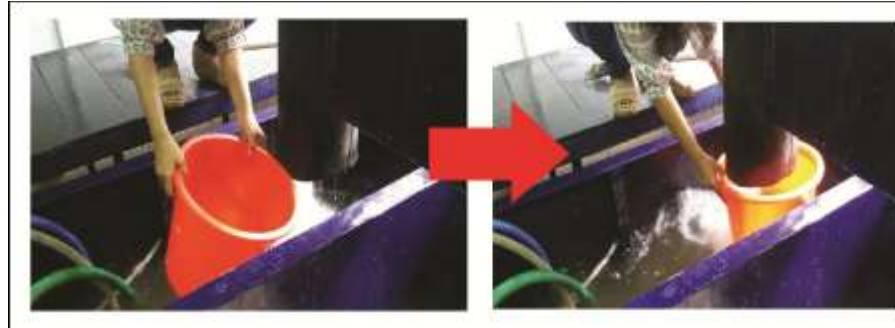
7. Mengukur kecepatan menggunakan *current meter*. Pastikan tanda panah searah dengan arah aliran.



Gambar 3.23 *Current meter*

Sumber : Dokumentasi penulis

8. Mengukur debit dengan volumetrik menggunakan ember.

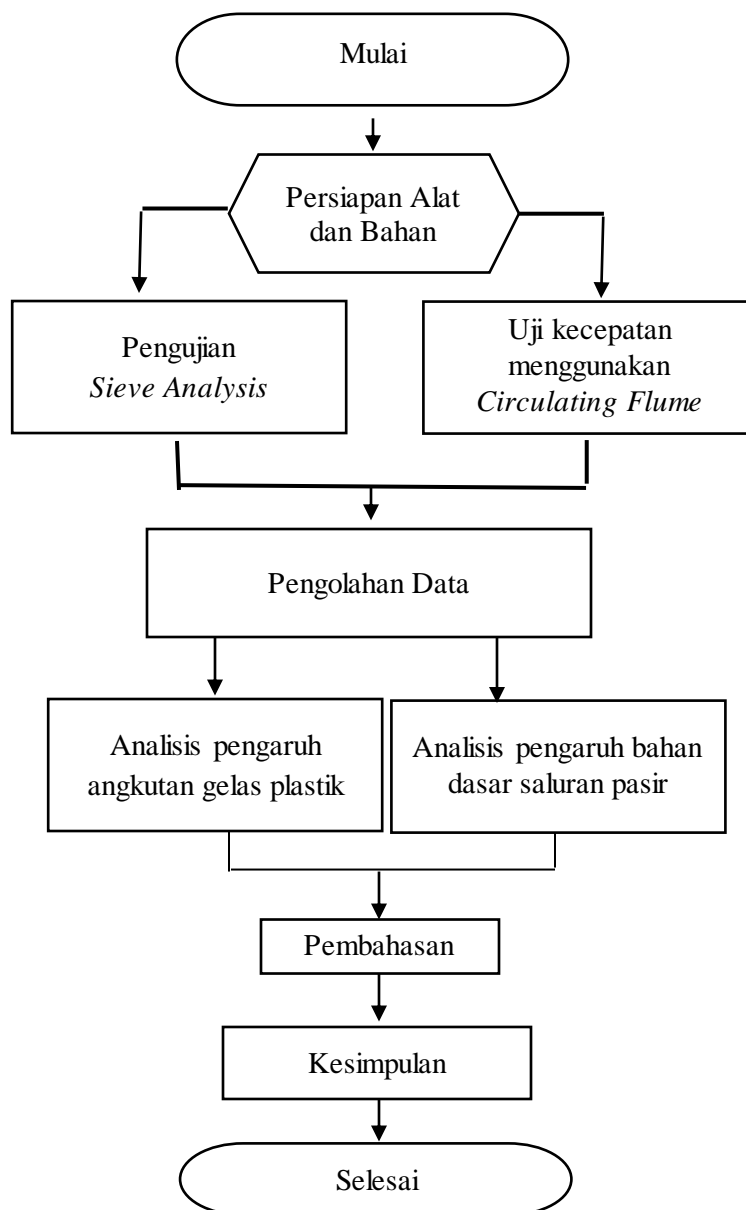


Gambar 3.24 Volumetrik

Sumber : Dokumentasi penulis

9. Melakukan hal yang sama pada pengujian berikutnya

3.5 Prosedur Penelitian



Gambar 3.25 Alur Penelitian

3.6 Analisis Data

A. Uji *sieve analysis*

1. Menghitung berat tanah yang tertahan oleh masing-masing saringan
2. Menghitung jumlah berat tanah yang lolos saringan tersebut secara kumulatif
3. Menghitung persentase jumlah berat tanah yang lolos saringan tersebut terhadap total berat tanah
4. Dari hasil-hasil percobaan tersebut digambarkan suatu grafik dalam suatu susunan koordinat semilog, yaitu dimana ukuran diameter butir sebagai absis dalam skala log dan % lebih halus sebagai ordinat dengan skala linier (skala biasa)
5. Dari grafik yang telah digambar akan didapatkan koefisien keseragaman :

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots (3.1)$$

dimana :

D_{60} = diameter kebersamaan (diameter sehubungan dengan 60% lebih halus)

D_{10} = diameter efektif (diameter sehubungan dengan 10% lebih halus)

Dari grafik tersebut didapat pula koefisien kelengkungan (*Coefficient of Curvature*)

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} \dots (3.2)$$

dimana :

D_{30} = diameter sehubungan dengan 30% lebih halus

Catatan :

Berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*), ditentukan bahwa tanah yang bergradasi baik (*well graded*) adalah yang memenuhi :

- Untuk gravel :

$$Cu > 4 \text{ dan } 1 < Cc < 3$$

- Untuk pasir :

$$Cu > 6 \text{ dan } 1 < Cc < 3$$

Bila syarat di atas tidak terpenuhi, maka tanah tersebut bergradasi buruk (*poor graded*).

B. Uji kecepatan aliran

Setiap pengujian (*run*) diklasifikasikan dan diberi nama sesuai dengan nama variabel debit dan bahan dasar saluran untuk mencegah tertukarnya data hasil pengujian seperti pada Tabel 3.2. Data yang di peroleh di catat pada form 1, 2 dan 3 untuk mempermudah dalam analisis data.

Beda tekan (Δh) yang diperoleh dari perbedaan ketinggian h_1 dan h_2 pada pembacaan tabung pivot di masukan ke dalam rumus :

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \dots (3.3)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/s)

g = gaya gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

h = beda tinggi h_1 dan h_2 pada pitot

Menghitung kecepatan aliran pada penelitian ini juga menggunakan persamaan Manning karena adanya koefisien Manning (n) yang memperhitungkan koefisien kekasaran dasar saluran pada perhitungannya. Persamaan Manning adalah sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \dots (3.4)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/s)

n = Koef. Kekasaran Manning → berdasarkan material saluran

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

I = Kemiringan dasar saluran

Untuk mendapatkan nilai kecepatan pada alat current meter, data yang ada harus dikonversi terlebih dahulu menggunakan grafik *Streamflo Probe Calibration Chart* yang tersapat pada lampiran 1.4.

Setelah mendapatkan nilai kecepatan kemudian dicari nilai debitnya dengan memasukan rumus :

$$Q = V \cdot A \dots (3.5)$$

Sementara itu, debit di sepanjang aliran dianggap seragam dengan kata lain aliran bersifat kontinu, sehingga :

$$Q_1 = Q_2 \dots (3.6)$$

Untuk memperoleh debit, nilai kecepatan kemudian dikalikan dengan luas saluran (A) *flume* yang berbentuk persegi panjang dengan tinggi air (besarnya bergantung debit yang terjadi) x lebar saluran selebar 0,3 m (tetap).

Selain mencari nilai kecepatan, dicari pula parameter aliran untuk mengetahui karakteristik dan sifat aliran dalam pengujian.

$$Re = \frac{V \cdot h}{\nu} \dots (3.7)$$

Keterangan : Re = Reynold number

ν = viskositas (m^2/s)

h = panjang karakteristik (m)

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

Dimana ν adalah kekentalan kinematik yang didefinisikan sebagai :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots (3.8)$$

Keterangan :

μ = kekentalan dinamik ($\frac{kg}{m} \cdot d$)

ρ = kerapatan air ($\frac{kg}{m^3}$)

Menurut Robert J Kodoatie perubahan kekentalan kinematik terhadap temperatur dapat diperkirakan dengan persamaan berikut ini :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = [1,14 - 0,031(T^o - 15) + 0,00068 (T^o - 15)^2]10^{-6} \dots (3.9)$$

Penentuan tipe aliran dapat didasarkan pada nilai angka *Froude Fr*, yang mempunyai bentuk persamaan sebagai berikut :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot y}} \dots (3.10)$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/s)

g = gravitasi (m^2/s)

y = kedalaman aliran (m)

Semua data pengujian yang sudah terhimpun akan dianalisis dengan metode statistik, diantaranya rerata dan analisis regresi.

1. Rerata

Rerata merupakan suatu bilangan yang mewakili sekumpulan bilangan. Rumus untuk mencari rerata adalah sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \dots (3.11)$$

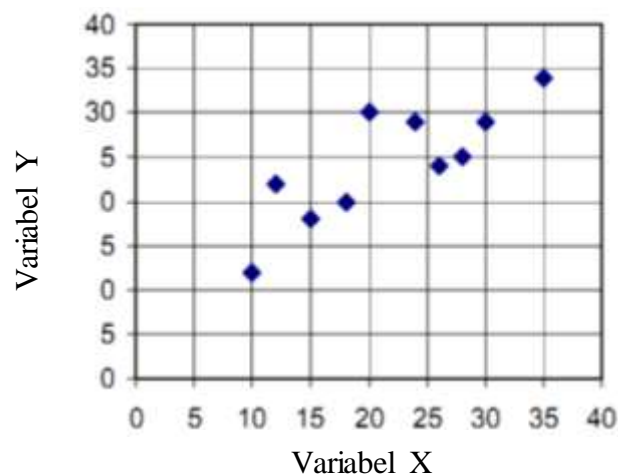
Dimana :

x_n = Data

n = Jumlah data

2. Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk menentukan sifat-sifat dan kekuatan hubungan antara dua variabel serta memprediksi nilai dari suatu variabel yang belum diketahui dengan didasarkan pada observasi masa lalu terhadap variabel tersebut dan variabel-variabel lainnya Levin & Rubin (1998) (dalam Sarwono J, 2013). Keterkaitan kuat (korelasi) antara dua variabel yang pada penelitian ini adalah variabel kecepatan (X) dengan debit aliran (Y).



Gambar 3.28 Contoh scatter plot program

(Sumber : Wijaya R, 2012)

Rumus regresi menurut Rahmat Wijaya :

$$Y' = a + bX \dots (3.12)$$

Dimana :

Y' = Prediksi Y berdasarkan pengujian dengan X

a = Titik potong Y, nilai perkiraan saat X = 0

b = Kemiringan garis atau perubahan rata-rata pada Y' untuk setiap satu unit perubahan naik turun pada variabel X

X = Variabel X

Di dapat nilai a dan b diperoleh dari rumus (Wijaya R, 2012) :

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots (3.13)$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n} \dots (3.14)$$

Analisis regresi akan dilakukan dengan bantuan analisis toolpak yang ada pada software excel, selain mendapatkan besar nilai R², analisis toolpak akan menghasilkan nilai standard error, uji F, uji T serta nilai residual dari hasil pengujian.