

# PENGARUH SEDIMENTASI TERHADAP KOEFISIEN DEBIT PADA MODEL ALAT UKUR FAIYUM

Dede Rianto, Dr. Ir. Wasis Wardoyo, MSc., Danayanti Azmi Dewi Nusantara, S.T., M.T.  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
E-mail: [wasis@ce.its.ac.id](mailto:wasis@ce.its.ac.id), [azmidewi@gmail.com](mailto:azmidewi@gmail.com)

**Abstrak** - Alat ukur ambang lebar tipe Faiyum mulai banyak dikenal dan digunakan di jaringan irigasi di Indonesia. Perbedaan alat ukur Faiyum dengan alat ukur ambang lebar terletak pada posisi bangunan ukur yang dipasang langsung melintang saluran tanpa adanya saluran pengarah seperti pada alat ukur ambang lebar.

Setiap alat ukur yang dipasang di jaringan irigasi di Indonesia seharusnya memenuhi standarisasi jenis alat ukur yang dikeluarkan oleh pihak Pemerintah dalam Standard Perencanaan Irigasi Departemen PU, 1986 dan memenuhi ISO Standard Handbook 16 tahun 1983. Sedangkan alat Ukur Faiyum baik penggunaan maupun alatnya belum ada ketentuan peraturan yang memuat.

Maka dari itu perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai penerapan penggunaan alat ukur tipe Faiyum, terutama pada penetapan koefisien debit ( $C_d$ ) yang digunakan. Semakin besar nilai  $C_d$  yang di dapatkan maka semakin efektif pula alat ukur tersebut. Besarnya koefisien debit ini sangat dipengaruhi oleh kondisi geometri penampang dan sedimen yang ada pada alat ukur. Sehingga dilakukan suatu studi dengan membuat model eksperimental dilaboratorium dengan skala 1 : 2.667 beserta dengan kondisi sedimentasi yang terjadi. Model tersebut dibuat dengan mengacu pada kondisi di lapangan sehingga diharapkan model tersebut dapat menggambarkan kondisi yang sesungguhnya. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara hasil koefisien debit alat ukur Faiyum dengan alat lain yaitu dengan alat ukur Thompson. Alat ukur Thompson juga berfungsi sebagai kalibrator untuk mengetahui keakuratan dari alat ukur Faiyum karena selain sudah terkalibrasi dengan baik, letak alat ukur Thompson sejajar dan tidak terlalu jauh (satu saluran) dengan alat ukur Faiyum.

Di dalam eksperimen ini tingginya sedimentasi yang terjadi pada alat ukur mempengaruhi besarnya koefisien debit. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan elevasi muka air akibat adanya sedimentasi. Berdasarkan hasil penelitian besarnya koefisien debit akibat adanya sedimentasi dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$C_d = 6.83H_{air}^{-1.16}$$

**Kata kunci** :AlatUkur, BU Faiyum, Debit, Sedimen.

## I. PENDAHULUAN

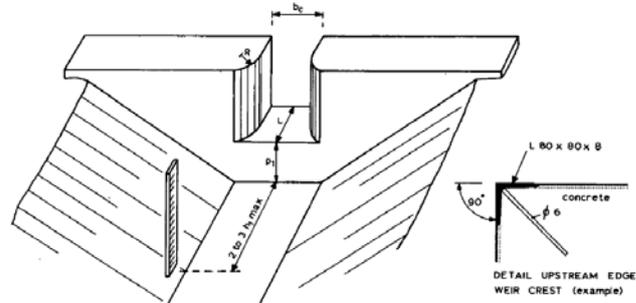
### LATAR BELAKANG

Saat ini sebaian besar mata pencaharian masyarakat Indonesia adalah sebagai petani. Hal ini menyebabkan banyaknya petak sawah yang ada di Indonesia. Banyaknya

petak sawah ini bernading lurus dengan banyaknya jaringan irigasi yang terdapat di Indonesia. Jaringan irigasi merupakan suatu sistem pembagian air untuk pertanian yang efektif dan efisien dengan mempertimbangkan persediaan air yang ada. Agar pengelolaan air dapat berjalan dengan baik maka perlu adanya bangunan pengukur debit pada suatu jaringan irigasi.

Selama ini beberapa jenis bangunan pengukur debit yang sudah digunakan seperti “alat ukur Cipolletti”, “alat ukur drempel”, “alat ukur Pharshall” memiliki permasalahan yang sama, yaitu permasalahan dengan sedimen di hulu alat ukur. Adanya sedimen pada hulu alat ukur menyebabkan ketelitian pengukuran debit oleh alat ukur menjadi tidak akurat.

Cara mengatasi permasalahan ini dapat berupa melakukan pengangkatan sedimen pada hulu alat ukur. Namun cara ini kurang efisien pada daerah aliran yang memiliki tingkat sedimen yang cukup tinggi seperti pada daerah Jaringan Irigasi Delta Brantas. Pada awalnya jaringan irigasi yang ada diberi alat ukur berupa “alat ukur drempel” namun lama kelamaan karena tingkat sedimentasi yang cukup tinggi maka ketelitian pada alat ukur tersebut menjadi tidak akurat. Sehingga setelah itu bangunan tersebut di ganti dengan “alat ukur Faiyum” seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Alat ukur *Faiyum*

Namun “alat ukur Faiyum” ini masih memiliki masalah sebab alat ukur ini belum dimuat dalam ISO standar maupun Standar Perencanaan Irigasi. Menampik hal diatas, pada kenyataannya di lapangan alat ukur sudah banyak di pasang pada jaringan irigasi di sepanjang aliran Sungai Brantas. Melihat kenyataan tersebut dapat di simpulkan bahwa perlu dilakukan penelitian terhadap “alat ukur Faiyum” ini untuk daerah irigasi dengan angkutan sedimen yang cukup besar seperti pada Daerah irigasi Delta Brantas.

Dengan adanya hal itu disara perlu untuk melakukan penelitian terhadap alat ukur *Faiyum* yang terdapat dilapangan dengan meninjau kondisi sedimentasi. Penelitian ini dilakukan dengan membuat model untuk di uji di laboratorium dengan mengacu pada kondisi eksisting di lapangan. Model yang digunakan memiliki skala yang disesuaikan dengan ukuran *flume* yang ada pada laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil ITS. Diharapkan model ini dapat menggambarkan kondisi eksisting yang ada di lapangan, sehingga hasil studi ini

dapat digunakan sebagai pertimbangan penerapan “alat ukur Faiyum” untuk jaringan irigasi lain di Indonesia.

**RUMUSAN MASALAH**

Rumusan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh sedimentasi pada hulu atau hilir alat ukur terhadap koefisien debit pada alat ukur *Faiyum*?
2. Berapa besarnya nilai kalibrasi alat ukur *Faiyum* dengan alat ukur *Thompson*?
3. Berapa besar sedimentasi yang diperkenankan agar pengukuran masih akurat?

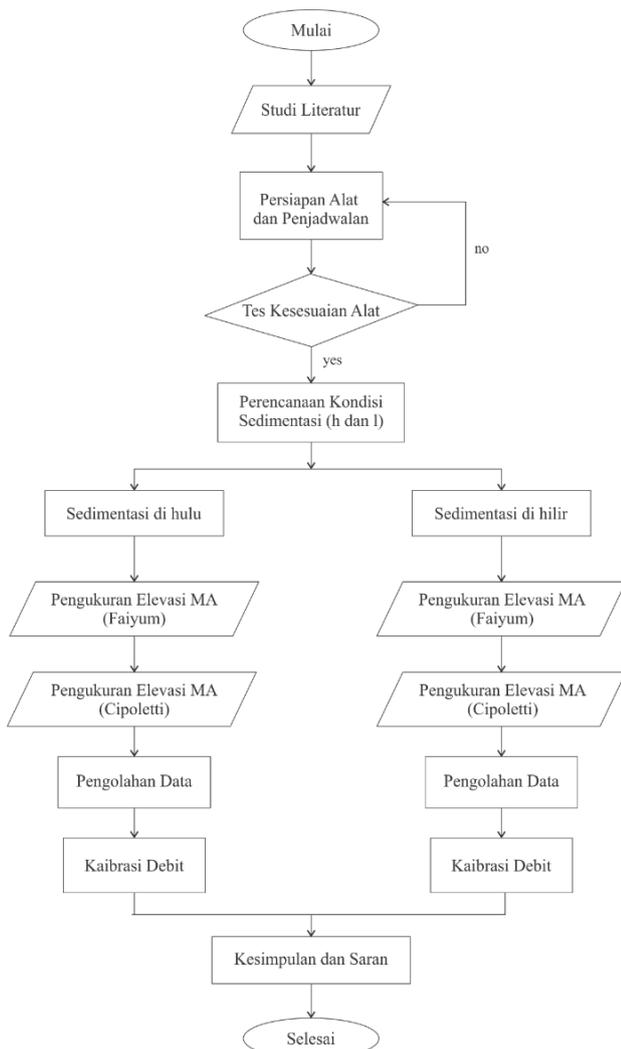
**BATASAN MASALAH**

Beberapa batasan masalah yang didefinisikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Aliran diasumsikan sebagai aliran tetap dan seragam.
2. Tidak membah tentang angkutan sedimen.
3. Tidak meninjau proses *agradasi* dan *degradasi*.
4. Kekasaran oleh sedimen diekspresikan dengan model lapis sedimen dasar tetap (*fix*).

**II. METODOLOGI**

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

**III. DATA PENELITIAN**

**DIMENSI ALAT UKUR**

Besarnya dimensi alat ukur di sesuaikan dengan lebar flume yang terdapat dalam laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil ITS.

Tabel 1. Dimensi alat ukur

No.	Perihal Alat Ukur	Alat Ukur Faiyum di lapangan	Permodelan alat ukur Faiyum
1.	Material	Beton	Kaca akrilik
2.	Bentuk	Trapesium	Persegi
3.	Dimensi : - Panjang ambang - Lebar ambang - Tinggi ambang - Lebar saluran bawah Tinggi alat ukur Panjang saluran atas	0.8 m. 0.3 m 0.19 m 1.22 m 1.2 m 3.85 m	30 cm 11.25 cm 7.125 cm 45.75 cm 48.75 cm 45.75 cm
4.	Perbandingan skala	1: 1	1:2.667
5	Gambar		

**DATA SEDIMENTASI**

Sedimentasi pada hulu alat ukur dimodelkan dengan bentuk sedimentasi segitiga menggunakan bahan akrilik yang dilapisi dengan kertas amplas untuk menggambarkan kekasaran saluran akibat adanya sedimentasi. Sedangkan sedimentasi pada hilir dimodelkan dengan menggunakan paving. Sedimentasi pada hilir alat ukur ini bertujuan untuk menghasilkan aliran tenggelam pada alat ukur. Besarnya sedimentasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Model sedimentasi

Kondisi	Sedimentasi di Hulu		Kondisi	Sedimentasi di Hilir	
	h	l		h	l
I	0.3 P	0.6 m	IV	0.6 P	1 m
II	0.6 P	0.6 m	V	P	1 m
III	P	0.6 m			



Gambar 3. Model sedimentasi hulu alat ukur



Gambar 4. Model sedimentasi hilir alat ukur

**DATA MUKA AIR FAIYUM**

Pengambilan data elevasi muka air untuk alat ukur Faiyum dibagi menjadi 3 lokasi, yaitu pada hulu alat ukur, diatas ambang alat ukur dan pada hilir alat ukur.

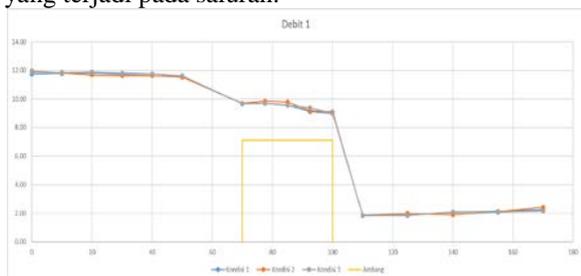
**DATA MUKA AIR THOMPSON**

Pengambilan data elevasi muka air untuk alat ukur Thompson diukur pada jarak 5 cm sebelum pelimpah.

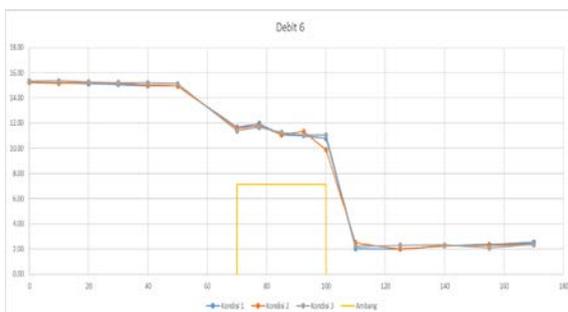
**IV. HASIL DAN ANALISIS**

**PROFIL MUKA AIR**

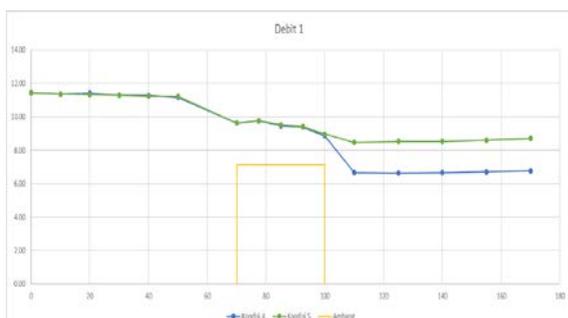
Penggambaran profil muka air dilakukan untuk mengetahui pola muka air akibat adanya sedimentasi yang terjadi pada saluran. Gambar 5 – 7 menunjukkan profil muka air yang terjadi pada saluran.



Gambar 5. Profil muka air debit 1 (sedimentasi di hulu)



Gambar 6. Profil muka air debit 6 (sedimentasi di hulu)



Gambar 7. Profil muka air debit 1 (sedimentasi di hilir)

**PERHITUNGAN DEBIT ALAT UKUR THOMPSON**

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumusan untuk alat ukur Thompson didapatkan besarnya debit yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Debit alat ukur Thompson

	Q (m <sup>3</sup> /dt)
Debit 1	0.000974
Debit 2	0.001261
Debit 3	0.001779
Debit 4	0.002186
Debit 5	0.002485
Debit 6	0.002977
Debit 7	0.003335
Debit 8	0.00362
Debit 9	0.003818
Debit 10	0.004127

**PERHITUNGAN DEBIT TEORITIS SALURAN (ALIRAN SEMPURNA)**

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumusan Mannig didapatkan besarnya debit yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Debit teoritis saluran

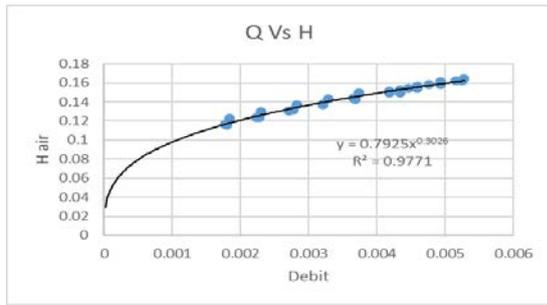
Percobaan	Debit		
	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
1	0.0014	0.0014	0.0014
2	0.0018	0.0019	0.0019
3	0.0024	0.0024	0.0023
4	0.0031	0.0030	0.0030
5	0.0037	0.0040	0.0035
6	0.0042	0.0041	0.0043
7	0.0045	0.0047	0.0046
8	0.0049	0.0049	0.0050
9	0.0054	0.0054	0.0055
10	0.0059	0.0058	0.0058

**PERHITUNGAN DEBIT ALAT UKUR FAIYUM (ALIRAN SEMPURNA)**

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumusan dasar untuk ambang lebar didapatkan besarnya debit yang ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Debit alat ukur Faiyum (aliran sempurna)

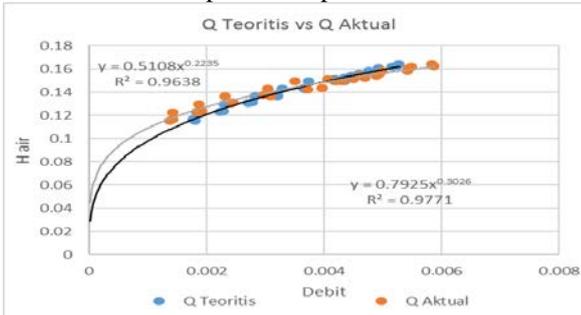
Percobaan	Debit		
	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
1	0.0018	0.0018	0.0018
2	0.0022	0.0023	0.0023
3	0.0027	0.0028	0.0028
4	0.0032	0.0032	0.0033
5	0.0037	0.0037	0.0037
6	0.0042	0.0042	0.0043
7	0.0042	0.0043	0.0045
8	0.0046	0.0046	0.0048
9	0.0049	0.0049	0.0052
10	0.0052	0.0053	0.0054



Gambar 8. Grafik debit vs kedalaman air

**KOEFISIEN DEBIT ALIRAN SEMPURNA**

Berdasarkan hasil perhitungan keakuratan pengukuran debit, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara besar debit aktual dengan debit teoritis. Besarnya perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.

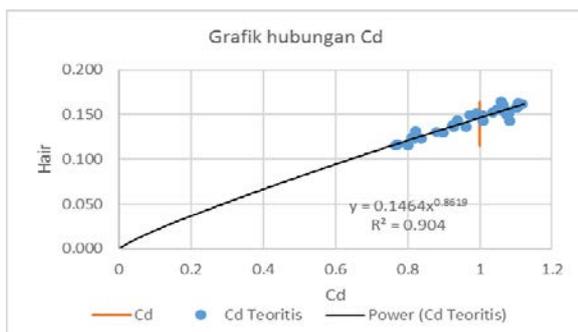


Gambar 9. Grafik hubungan Q teoritis dengan Q aktual (aliran sempurna)

Grafik diatas menyatakan bahwa ada koefisien debit (Cd) guna keakuratan pengukuran debit dilapangan. Besarnya Cd didasarkan atas perbandingan besar debit teoritis dengan debit aktual. Tabel 6 menyatakan besarnya koefisien debit untuk tiap percobaan.

Tabel 6. Besarnya koefisien debit (aliran sempurna)

Debit	Cd Teoritis		
	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
1	0.7657	0.8005	0.7728
2	0.8190	0.8383	0.8115
3	0.8982	0.8800	0.8222
4	0.9628	0.9276	0.9259
5	1.0098	1.0820	0.9368
6	1.0056	0.9733	0.9917
7	1.0738	1.0812	1.0368
8	1.0658	1.0746	1.0480
9	1.1002	1.1042	1.0652
10	1.1177	1.1054	1.0588



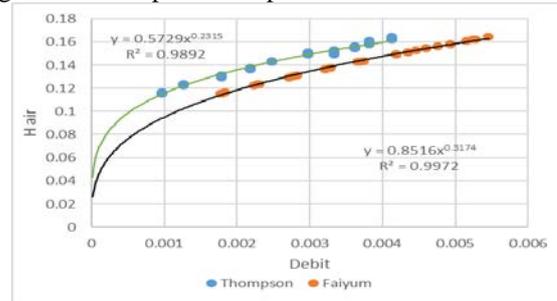
Gambar 10. Grafik hubungan Cd

Berdasarkan Gambar 17 dengan menggunakan program bantu MS Excel didapatkan persamaan garis lurus yang menggambarkan nilai cd yang ada dengan tingkat kelayakan data sebesar 0.904 adalah

$$Cd = 6.83Hair^{1.16}$$

**KALIBRASI DENGAN ALAT UKUR THOMPSON**

Proses kalibrasi ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kedua alat ukur. Alat ukur Thompson digunakan sebagai kalibrator karena alat ukur tersebut dianggap memiliki ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan alat ukur yang lain. Besarnya hubungan antara kedua bangunan ukur dapat dilihat pada Gambar 11.

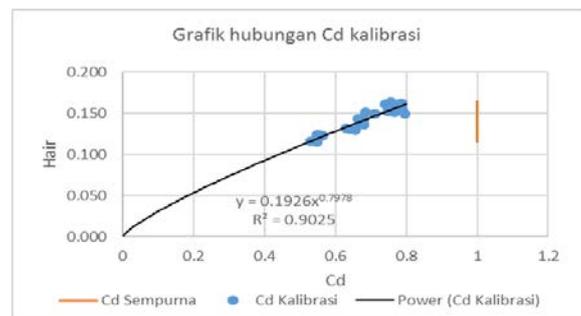


Gambar 11. Grafik hubungan Q Faiyum vs Q Thompson

Grafik diatas menyatakan bahwa ada koefisien kalibrasi (Cd) guna mengetahui hubungan antar alat ukur. Besarnya Cd didasarkan atas perbandingan besar debit Thompson dengan debit Faiyum. Tabel 7 menyatakan besarnya koefisien debit untuk tiap percobaan.

Tabel 7. Besarnya koefisien kalibrasi

Debit	Cd Kalibrasi		
	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
1	0.7083	0.6852	0.6862
2	0.6887	0.6600	0.6753
3	0.7316	0.7279	0.7661
4	0.7074	0.7342	0.7190
5	0.6675	0.6273	0.7095
6	0.7074	0.7309	0.6906
7	0.7422	0.7097	0.7220
8	0.7395	0.7334	0.7257
9	0.7041	0.7015	0.6950
10	0.7041	0.7081	0.7155



Gambar 12. Grafik hubungan Cd kalibrasi

Berdasarkan Gambar 12 dengan menggunakan program bantu MS Excel didapatkan persamaan garis lurus

yang menggambarkan nilai cd yang ada dengan tingkat kelayakan data sebesar 0.9025 adalah

$$Cd = 5.91H_{air}^{-1.253}$$

**PERHITUNGAN DEBIT TEORITIS SALURAN (ALIRAN TENGGELAM)**

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumusan *Mannig* didapatkan besarnya debit yang ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Debit teoritis saluran

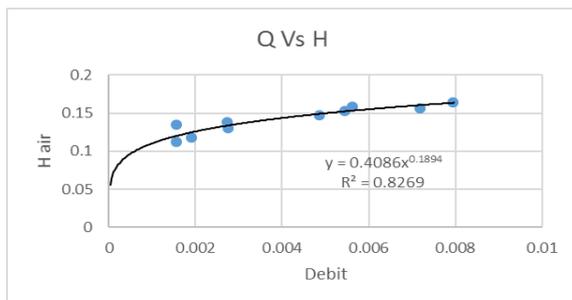
Percobaan	Debit	
	Kondisi 4	Kondisi 5
1	0.0012	0.0013
2	0.0016	0.0016
3	0.0026	0.0025
4	0.0030	0.0030
5	0.0033	0.0034
6	0.0043	0.0039
7	0.0048	0.0047
8	0.0051	0.0051
9	0.0053	0.0054
10	0.0061	0.0056

**PERHITUNGAN DEBIT ALAT UKUR FAIYUM (ALIRAN SEMPURNA)**

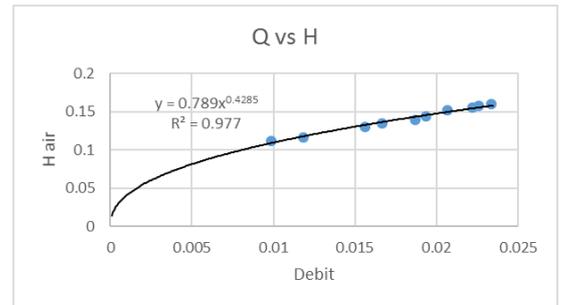
Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan pengembangan rumusan *Bernouli* untuk aliran tenggelam pada ambang lebar didapatkan besarnya debit yang ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Debit alat ukur Faiyum (aliran tenggelam)

Percobaan	Debit	
	Kondisi 4	Kondisi 5
1	0.0016	0.0099
2	0.0019	0.0118
3	0.0028	0.0156
4	0.0016	0.0167
5	0.0027	0.0187
6	0.0049	0.0194
7	0.0055	0.0207
8	0.0072	0.0222
9	0.0056	0.0226
10	0.0079	0.0234



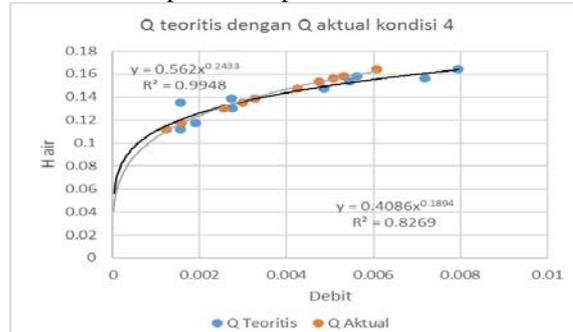
Gambar 13. Grafik debit vs kedalaman air kondisi 4



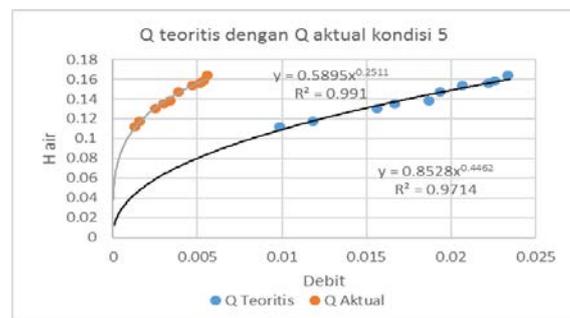
Gambar 14. Grafik debit vs kedalaman air kondisi 5

**KOEFISIEN DEBIT ALIRAN TENGGELAM**

Berdasarkan hasil perhitungan keakuratan pengukuran debit, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara besar debit aktual dengan debit teoritis. Besarnya perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 15 dan 16.



Gambar 15. Grafik hubungan Q teoritis dengan Q aktual (aliran tenggelam) kondisi 4



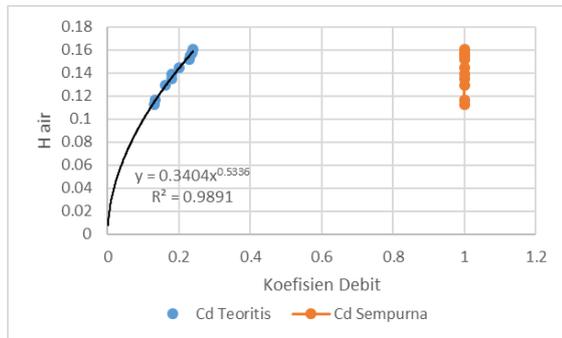
Gambar 16. Grafik hubungan Q teoritis dengan Q aktual (aliran tenggelam) kondisi 5

Grafik diatas menyatakan bahwa ada koefisien debit (*Cd*) guna keakuratan pengukuran debit dilapangan. Besarnya *Cd* didasarkan atas perbandingan besar debit teoritis dengan debit aktual. Tabel 10 menyatakan besarnya koefisien debit untuk tiap percobaan.

Tabel 10. Besarnya koefisien debit (aliran tenggelam)

Debit	Cd Teoritis	
	Kondisi 4	Kondisi 5
1	0.7958	0.1297
2	0.8330	0.1328
3	0.9312	0.1606
4	1.9125	0.1796
5	1.2013	0.1794
6	0.8762	0.2012
7	0.8725	0.2275
8	0.7084	0.2317
9	0.9481	0.2377
10	0.7647	0.2389

Berdasarkan kedua data diatas dapat dilihat bahwa persebaran nilai cd antara kerdua kondisi sangatlah jauh sehingga salah satu kondisi harus dihapuskan agar data tersebut dapat diolah. Dalam hal ini data untk kondisi 4 di hapuskan sebab besarnya cd yang tidak berpola (menyebarkan). Sehingga data yang digunakan hanyalah kondisi 5.



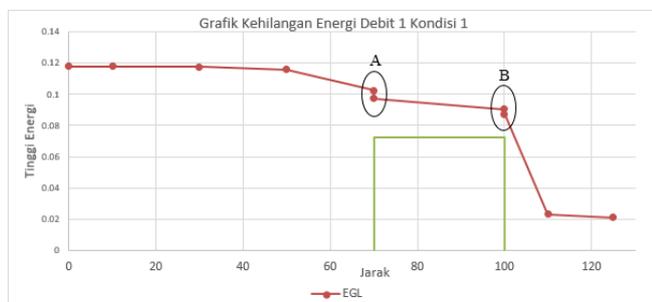
Gambar 17. Grafik hubungan Cd

Berdasarkan Gambar 17 dengan menggunakan program bantu MS Excel didapatkan persamaan garis lurus yang menggambarkan nilai cd yang ada dengan tingkat kelayakan data sebesar 0.9891 adalah

$$Cd = 2.937H_{air}^{1.874}$$

PERHITUNGAN GARIS ENERGI

Penggambaran garis energi bertujuan untuk mengetahui berapa besarnya kehilangan energi yang terjadi akibat adanya alat ukur Faiyum. Grafik garis energi dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik garis energi

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat terjadi kehilangan energi setempat pada daerah A dan B. pada daerah A kehilangan energi disebabkan adanya penyempitan pada dimensi saluran. Sedangkan pada daerah B terjadi pelebaran dimensi saluran.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dalam penelitian Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Besarnya koefisien debit pada alat ukur faiyum akibat adanya sedimentasi dituliskan dengan persamaan.

$$Cd = 6.83H_{air}^{1.16}$$

2. Besarnya nilai kalibrasi antara alat ukur Faiyum dengan alat ukur Thompson dituliskan dengan persamaan.

$$Cd = 5.91H_{air}^{1.253}$$

3. Tidak batasan tertentu untuk sedimentasi yang terjadi pada hulu alat ukur. Hal ini dibuktikan dengan adanya sedimentasi setinggi ambang pada alat ukur tidak berpengaruh terlalu besar pada keakuratan pengukuran yang terjadi. Besarnya perbedaan Cd tiap kondisi percobaan dapat dilihat pada Tabel 6. Namun jika terjadi aliran tenggelam akibat adanya kenaikan dasar saluran maka pengukuran debit yang dilakukan oleh alat ukur Faiyum sudah tidak lagi akurat. Hal ini di buktikan dengan besarnya perbedaan debit pada kondisi 4 dan 5 seperti yang tercantum pada Tabel 9.

SARAN

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisa dalam Tugas Akhir ini yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada perengaruh bedarnya lengkung mulut alat ukur sebab berubahnya jari jari lengkung tersebut dapat merubah pola aliran yang melalui ambang alat ukur Faiyum.
2. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut yang memperhatikan angkutan sedimen yang terjadi di saluran.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anggrahini. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: Citra Media.  
 [2] Novak, P. 1981. *Models in Hydraulic Engineering*. London: Pitman Publishing Limited.  
 [3] Pengairan, D. 1986. *KP-02 Bangunan Irigasi*. Jakarta.