

BAB 3

ANALISA DENGAN UJI MODEL FISIK

3.1 Deskripsi model

3.1.1 Pembuatan model

- Model yang digunakan adalah saluran yang terbuat dari kaca berdimensi panjang (l) 8 m, tinggi (h) 0.7 m, dan lebar (b) 0.4 m dengan posisi horisontal.
- Saringan terbuat dari injuk sebagai peredam energi berjarak ± 3.70 meter dari awal saluran.
- Model balok sekat dengan tinggi 0.2 m dari dasar saluran ditempatkan pada jarak 1.50 m dari saringan injuk. Balok sekat yang digunakan tidak seluruhnya menggunakan kayu., tetapi terbuat dari flexy glass tebal 5 mm

yang ditempeli bilah kayu dengan ketebalan 1,2,3, dan 4cm pada sisi atasnya untuk memperoleh ketebalan balok sekat yang diinginkan.

- Balok sekat kemudian ditempatkan pada sponeng yang dibuat disisi kiri dan kanan saluran, dengan cara memasang plat flexy glass panjang 0.6m, dengan arah aliran pada dinding saluran kaca . Lebar saluran dihilu balok sekat antara plat-plat flexy glass disisi kiri dan kanan adalah 0.39 m.
- Untuk mengukur ketinggian muka air dihilu dan dihilir balok sekat digunakan meteran taraf yang diletakkan pada posisi 50 cm dihilu dan 60 cm dihilir balok sekat.(Gambar 3.1)

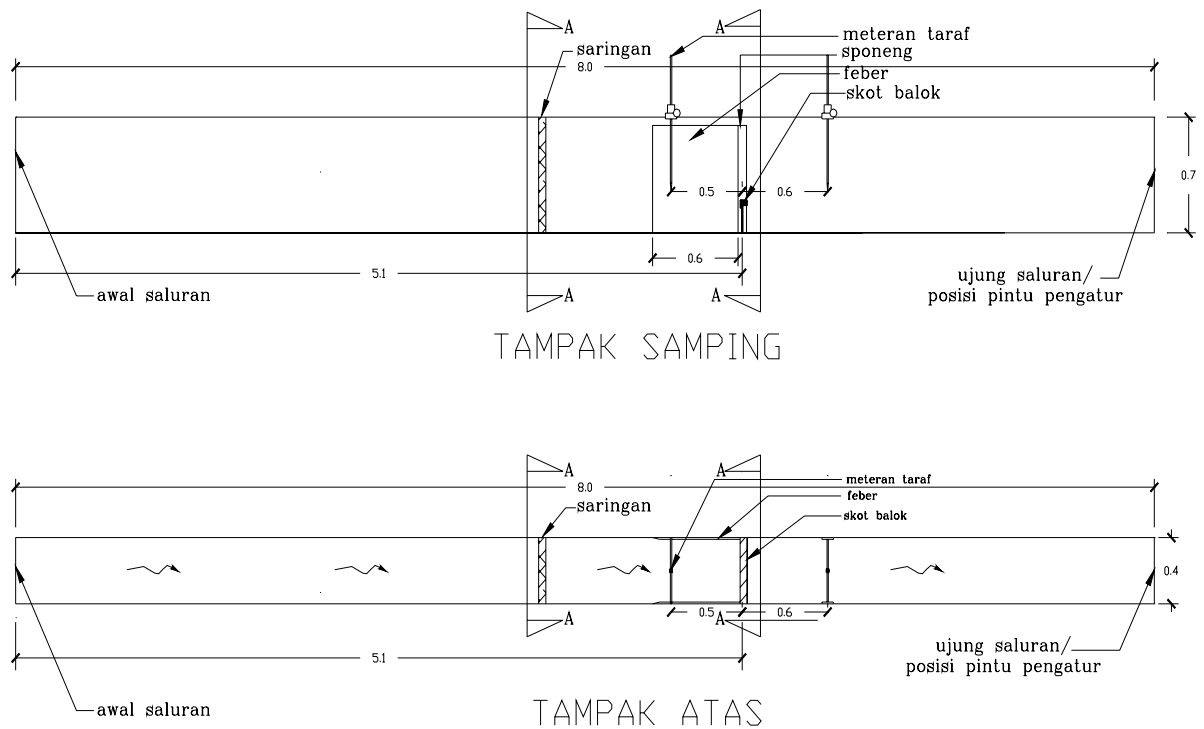
3.1.2 Skala Model

Model yang dibuat merupakan model tanpa distorsi (undistorted model) yaitu model dimana skala geometric horizontal(n_l) sama dengan skala geometric vertical(n_h). Skala model yang ditentukan adalah 1 :5.

Dengan $n_l = n_h = 5$ maka skala-skala besaran yang lain dapat dihitung/ diketahui, sebagai tercantum dalam tabel berikut:

Tabel.3.1 Skala besaran

Besaran	Notasi	Rumus skala besaran	Untuk $n_h = n_L = 5$
Kecepatan aliran	v	$n_v = n_h^{1/2}$	$n_v = 2.2361$
Waktu aliran	t	$n_t = n_h^{1/2}$	$n_t = 2.2361$
Debit	Q	$n_Q = n_h^{5/2}$	$n_Q = 55.91$
Kekasaran	k	$n_k = n_h$	$n_k = 5$
Koefisien chezy	C	$n_c = 1$	$n_c = 1$
Koefisien	n	$n_n = n_h^{1/6}$	$n_c = 1.3077$
Volume	V	$n_V = n_h^3$	$n_V = 125$



Gambar.3.1 Posisi model balok sekat pada saluran

3.2 Percobaan-percobaan pengaliran

3.2.1 Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan dimaksudkan sebagai percobaan awal untuk mengetahui keadaan balok sekat dimodel, apakah terjadi kebocoran atau tidak dan untuk mengetahui debit maksimum air yang dapat dialirkan disaluran model.

Keadaan dimana balok sekat terjadi kebocoran akan mengakibatkan hasil pengukuran ketinggian muka air di hulu dan dihilir balok sekat tidak sesuai dengan yang sebenarnya. Untuk menutupi kebocoran digunakan perekat silikon.

Bila keadaan aliran telah maksimum dan konstan, dari nilai meteran taraf ambang thomson yang terbaca dapat dihitung nilai debit maksimum ($Q_{100\%}$). Dari nilai debit ini selanjutnya dicari nilai debit 80%,60%,40%,dan 20% debit maksimum dan nilai bacaan meteran taraf Thomson yang bersangkutan. Debit 100% s.d.20% debit maksimum ini digunakan dalam percobaan pengaliran dengan bacaan meteran taraf Thomson yang ditetapkan.

Langkah selanjutnya adalah menaikkan ketinggian muka air dihilir. Lebih tinggi dari mercu balok sekat sampai mencapai batas modular, dimana aliran limpasan mulai terpengaruh dan muka air udik mulai naik, dan dilanjutkan dengan kenaikan 1,2,3,4,5 cm diatas mercu balok sekat. Cara yang digunakan untuk mengatur ketinggian muka air hilir adalah dengan mengatur bukaan sekat pengatur pada ujung hilir .

Prosedur percobaannya adalah sebagai berikut :

1. Pompa dijalankan oleh operator.
2. Air naik masuk pipa menuju reservoir sampai reservoir penuh(maksimal).
3. Dibuka kran yang menuju model saluran.
4. Untuk beberapa saat pengaliran dilakukan untuk mendapatkan keadaan aliran yang maksimum dan konstan.
5. Alat ukur muka air (meteran taraf) distel pada keadaan dimana aliran dalam keadaan maksimum dan konstan.
6. Meteran taraf diletakkan pada 50 cm dihilir dan 60 cm dihilir balok sekat.

7. Meteran taraf Thomson dihilir dibaca.
8. Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan debit 80,60,40,20 persen dari debit maksimum ($Q_{100\%}$).
9. Pengaturan debit aliran dilakukan pada model yang telah dihitung nilai prosentasenya dengan cara menyetel bukaan kran pada pipa.

3.2.2 Percobaan untuk mendapatkan data

Pada saat bak penampung penuh ditandai dengan melimpahnya air berarti aliran yang mengalir telah mencapai kapasitas pengaliran maksimum. Debit yang dihasilkan merupakan debit maksimum ($Q_{100\%}$). Prosentase 80,60,40,20 dari $Q_{100\%}$ dicari pada setiap ketebalan balok sekat.

Data dari hasil pengujian model ketebalan masing-masing balok sekat yaitu 1,2,3,4 cm. Dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$MT_{Thomson} = 0.2602 \text{ m}$$

$$\text{Indeks thomson} = 0.1494 \text{ m}$$

$$\text{Indeks udik} = 0.2293 \text{ m}$$

$$\text{Indeks hilir} = 0.4384 \text{ m}$$

Balok sekat dengan ketebalan 0.01m:

$$\diamond Q_{100\%}$$

Perhitungan untuk mendapatkan h_T , Q :

$$\begin{aligned} \blacktriangleright h_T &= MT_{Thomson} - \text{indeks thomson} \\ &= 0.2602 - 0.1494 \\ &= 0.1108 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \triangleright Q_T = Q_{100\%} &= 1.39 \times h^{5/2} \\
 &= 1.39 \times 0.1108^{5/2} \\
 &= 0.00568 \text{ m}^3 / \text{dtk}
 \end{aligned}$$

❖ $Q_{80\%}$

$$\begin{aligned}
 Q_{80\%} &= 0.8 \times 0.00568 \text{ m}^3 / \text{dtk} \\
 &= 0.004544 \text{ m}^3 / \text{dtk}
 \end{aligned}$$

$$\triangleright h_{T80\%} = \left(\frac{Q_{80\%}}{1.39} \right)^{2/5}$$

$$\begin{aligned}
 \triangleright h_{T80\%} &= \left(\frac{0.004544}{1.39} \right)^{2/5} \\
 &= 0.10134 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \triangleright MT_{80\%} &= \text{indeks thomson} + h_{T80\%} \\
 &= 0.1494 + 0.10134 \\
 &= 0.25074 \text{ m}
 \end{aligned}$$

❖ $Q_{60\%}$

$$\begin{aligned}
 Q_{60\%} &= 0.6 \times 0.00568 \text{ m}^3 / \text{dtk} \\
 &= 0.003408 \text{ m}^3 / \text{dtk}
 \end{aligned}$$

$$\triangleright h_{T60\%} = \left(\frac{Q_{60\%}}{1.39} \right)^{2/5}$$

$$\begin{aligned}
 \triangleright h_{T60\%} &= \left(\frac{0.003408}{1.39} \right)^{2/5} \\
 &= 0.09032 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\triangleright MT_{60\%} = \text{indeks thomson} + h_{T60\%}$$

$$= 0.1494 + 0.090323$$

$$= 0.23972 \text{ m}$$

❖ $Q_{40\%}$

$$Q_{40\%} = 0.4 \times 0.00568 \text{ m}^3 / dtk$$

$$= 0.002272 \text{ m}^3 / dtk$$

$$\text{➤ } h_{T40\%} = \left(\frac{Q_{40\%}}{1.39} \right)^{2/5}$$

$$\text{➤ } h_{T40\%} = \left(\frac{0.002272}{1.39} \right)^{2/5}$$

$$= 0.0768 \text{ m}$$

$$\text{➤ } MT_{40\%} = \text{indeks thomson} + h_{T40\%}$$

$$= 0.1494 + 0.0768$$

$$= 0.2262 \text{ m}$$

❖ $Q_{20\%}$

$$Q_{20\%} = 0.2 \times 0.00568 \text{ m}^3 / dtk$$

$$= 0.001136 \text{ m}^3 / dtk$$

$$\text{➤ } h_{T20\%} = \left(\frac{Q_{20\%}}{1.39} \right)^{2/5}$$

$$\text{➤ } h_{T20\%} = \left(\frac{0.001136}{1.39} \right)^{2/5}$$

$$= 0.0582 \text{ m}$$

$$\text{➤ } MT_{20\%} = \text{indeks thomson} + h_{T20\%}$$

$$= 0.1494 + 0.0582$$

$$= 0.2076 \text{ m}$$

Balok sekat dengan ketebalan 0.02 m:

$$\diamond Q_{T\text{homson}} = 0.00577 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{100\%} = 0.00577 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{80\%} = 0.00462 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{60\%} = 0.003462 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{40\%} = 0.002308 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{20\%} = 0.001154 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

Balok sekat dengan ketebalan 0.03 m:

$$\diamond Q_{T\text{homson}} = 0.005855 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{100\%} = 0.005855 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{80\%} = 0.004684 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{60\%} = 0.003513 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{40\%} = 0.002342 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{20\%} = 0.001171 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

Balok sekat dengan ketebalan 4 cm:

$$\diamond Q_{T\text{homson}} = 0.00572 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{100\%} = 0.00572 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{80\%} = 0.00458 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{60\%} = 0.00343 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{40\%} = 0.0023 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

$$\diamond Q_{20\%} = 0.0011 \text{ m}^3 / \text{dtk}$$

Dari data diatas dan perhitungan untuk medapatkan nilai $MT_{Thomson}$, h_T , $Q_{Thomson}$ masing-masing ketebalan balok sekat dapat diketahui elevasi muka airnya.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Balok sekat dengan ketebalan 0.01m

Dik: $Q_{100\%} = 0,00568 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Indeks Thomson : 0.1494 m

Indeks Udik : 0.2293 m

Indeks Hilir : 0.4384 m

Tabel 3.2 Aliran Bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
1	0.24580	0.26920	-0.19260	0.03990

Tabel 3.3 Aliran tidak bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
1	0.4455	0.2703	0.0071	0.041
2	0.4508	0.2714	0.0124	0.0421
3	0.4605	0.2755	0.0221	0.0462
4	0.4724	0.28	0.034	0.0507
5	0.4829	0.2873	0.0445	0.058
6	0.493	0.2924	0.0546	0.0631

Keterangan:

Pada test no:1

- Kondisi pada saat ketinggian muka air dihilir mempengaruhi ketinggian muka air dihulu (aliran tidak bebas).

Elevasi muka air :

$$\text{Elevasi muka air hilir} = \text{meteran taraf hilir} - \text{indeks hilir}$$

$$= 0.4455 - 0.4384$$

$$= 0.0071 \text{ m}$$

Elevasi muka air udik = meteran taraf udik – indeks udik

$$= 0.2703 - 0.2293$$

$$= 0.041 \text{ m}$$

test no: 2

- Keadaan dimana aliran diatur sampai ketinggian 1 cm diatas mercu balok sekat, dengan cara mengatur bukaan diujung saluran.

Elevasi muka air hilir = meteran taraf hilir – indeks hilir

$$= 0.4508 - 0.4384$$

$$= 0.0124 \text{ m}$$

Elevasi muka air udik = meteran taraf udik – indeks udik

$$= 0.2714 - 0.2293$$

$$= 0.0421 \text{ m}$$

Test yang dilakukan pada no 3 s/d 6 idem 2.

Dik: $Q_{80\%} = 0.004544 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Tabel 3.4 Aliran Bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
2	0.245	0.2646	-0.1934	0.0353

Tabel 3.5 Aliran tidak bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
1	0.4423	0.2664	0.0039	0.0371
2	0.4533	0.2673	0.0149	0.038
3	0.4584	0.271	0.02	0.0417
4	0.4714	0.2755	0.033	0.0462
5	0.481	0.281	0.0426	0.0517
6	0.4915	0.288	0.0531	0.0587

Dik : $Q_{60\%} = 0,003408 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Tabel 3.6 Aliran Bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
3	0.2426	0.2567	-0.1958	0.0274

Tabel 3.7 Aliran tidak bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
1	0.4415	0.2582	0.0031	0.0289
2	0.45	0.2603	0.0116	0.031
3	0.46	0.2632	0.0216	0.0339
4	0.4705	0.2691	0.0321	0.0398
5	0.4803	0.276	0.0419	0.0467
6	0.4923	0.2862	0.0539	0.0569

Dik : $Q_{40\%} = 0,002272 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Tabel 3.8 Aliran Bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
4	0.2514	0.2496	-0.187	0.0203

Tabel 3.9 Aliran tidak bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
1	0.447	0.2523	0.0086	0.023
2	0.449	0.2534	0.0106	0.0241
3	0.462	0.2573	0.0236	0.028
4	0.4723	0.266	0.0339	0.0367
5	0.4813	0.274	0.0429	0.0447
6	0.4895	0.2817	0.0511	0.0524

Dik: $Q_{20\%} = 0,002272 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Tabel 3.10 Aliran Bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
5	0.2568	0.2442	-0.1816	0.0149

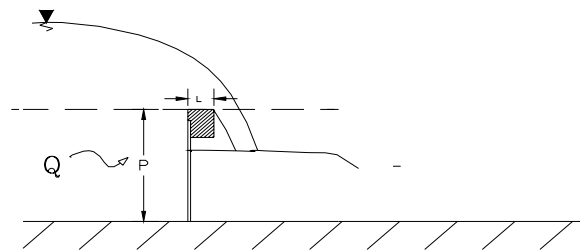
Tabel 3.11 Aliran tidak bebas

Test No	Meteran Taraf (m)		El.Muka Air (m)	
	hilir	udik	hilir	udik
1	0.446	0.2454	0.0076	0.0161
2	0.4469	0.2459	0.0085	0.0166
3	0.456	0.2502	0.0176	0.0209
4	0.4714	0.2633	0.033	0.034
5	0.4814	0.273	0.043	0.0437
6	0.493	0.2845	0.0546	0.0552

3.2.2.1 Aliran bebas

Aliran bebas adalah kondisi aliran dimana limpasan air yang melalui balok sekat tidak terganggu oleh muka air hilir yang ketinggiannya lebih rendah dari pada mercu balok sekat.

Data ini didapat pada saat aliran pada keadaan maksimum dan konstant untuk masing-masing ketebalan skot balok.



Gambar 3.2 Aliran bebas

A. Data dan grafik aliran bebas

Ketebalan balok sekat 0.01 m.

Tabel 3.12 Ketinggian muka air (h) dengan indeks = 0.02293 m

NO	Q (m ³ /dtk)	MT (m)	h (m)
1	0.00568	0.2692	0.0399
2	0.00454	0.2646	0.0353
3	0.00341	0.2567	0.0274
4	0.00227	0.2496	0.0203
5	0.00114	0.2442	0.0149

Tabel 3.13 Log Q dan log h aliran bebas

NO	Q (m ³ /dtk)	h (m)	log Q (X)	log Q ²	log h (Yu)	(X)-(Yu)
1	0.00568	0.03990	-2.24565	5.04295	-1.39903	3.14173
2	0.00454	0.03530	-2.34294	5.48939	-1.45223	3.40248
3	0.00341	0.02740	-2.46750	6.08856	-1.56225	3.85485
4	0.00227	0.02030	-2.64359	6.98858	-1.69250	4.47429
5	0.00114	0.01490	-2.94462	8.67080	-1.82681	5.37928
5			-12.64431	32.28027	-7.93282	20.25263

Debit diatas merupakan debit $Q_{100\%}$, $Q_{80\%}$, $Q_{60\%}$, $Q_{40\%}$, dan $Q_{20\%}$ dari ketebalan balok sekat 0.01 m.

Grafik hubungan Q dan h diatas menggunakan metoda kwadrat terkecil untuk mendapatkan persamaan regresinya.

Rumus :

$$* A_u = \sum \frac{(\log Q^2 \times \log h_i) - ((\log Q) - (X - Y_u))}{(n \times \log Q^2) - (\log Q)^2}$$

$$* a_u = 10^{A_u}$$

$$* B_u = \sum \frac{n \times (X - Y_u) - (\log Q \times \log h_i)}{(n \times \log Q^2) - (\log Q)^2}$$

$$* b_u = B_u$$

$$\begin{aligned}
A_u &= \sum \frac{(\log Q^2 \times \log h_i) - ((\log Q) - (X - Y_u))}{(n \times \log Q^2) - (\log Q)^2} \\
&= \sum \frac{(32.28027) \times (-7.93282) - (-12.64431) \times (20.25263)}{(5 \times 32.28027) - (-12.64431)^2} \\
&= 0.00454 \\
a_u &= 10^{A_u} = 1.01051 \\
B_u &= \sum \frac{n \times (X - Y_u) - (\log Q \times \log h_i)}{(n \times \log Q^2) - (\log Q)^2} \\
&= \sum \frac{(5 \times 20.25263) - ((-12.64431) \times (-7.93282))}{5 \times (32.28027) - (-12.64431)^2} \\
&= 0.62918 \\
b_u &= B_u \\
&= 0.62918
\end{aligned}$$

$$h = a_u \times Q^{b_u}$$

Tabel 3.14 Tabel regresi aliran bebas

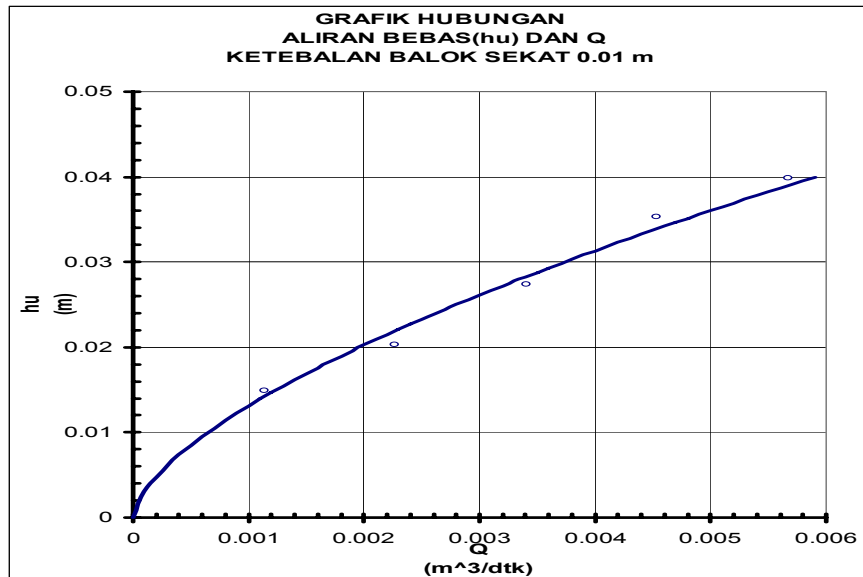
Q (m ³ /det)	h (m)	Q (m ³ /det)	h (m)	Q (m ³ /det)	h (m)	Q (m ³ /det)	h (m)	Q (m ³ /det)	h (m)
0.00000	0.00000	0.00120	0.01468	0.00240	0.02271	0.00360	0.02931	0.00480	0.03513
0.00010	0.00307	0.00130	0.01544	0.00250	0.02330	0.00370	0.02982	0.00490	0.03558
0.00020	0.00476	0.00140	0.01618	0.00260	0.02388	0.00380	0.03032	0.00500	0.03604
0.00030	0.00614	0.00150	0.01690	0.00270	0.02446	0.00390	0.03082	0.00510	0.03649
0.00040	0.00736	0.00160	0.01760	0.00280	0.02502	0.00400	0.03132	0.00520	0.03694
0.00050	0.00846	0.00170	0.01828	0.00290	0.02558	0.00410	0.03181	0.00530	0.03739
0.00060	0.00949	0.00180	0.01895	0.00300	0.02613	0.00420	0.03230	0.00540	0.03783
0.00070	0.01046	0.00190	0.01961	0.00310	0.02668	0.00430	0.03278	0.00550	0.03827
0.00080	0.01138	0.00200	0.02025	0.00320	0.02722	0.00440	0.03325	0.00560	0.03870
0.00090	0.01225	0.00210	0.02088	0.00330	0.02775	0.00450	0.03373	0.00570	0.03914
0.00100	0.01309	0.00220	0.02150	0.00340	0.02827	0.00460	0.03420	0.00580	0.03957
0.00110	0.01390	0.00230	0.02211	0.00350	0.02880	0.00470	0.03466	0.00590	0.03999
0.00120	0.01468	0.00240	0.02271	0.00360	0.02931	0.00480	0.03513		

Contoh perhitungan:

dik: $Q = 0 \text{ m}^3/\text{dtk}$

$$h = 1.01051 \times Q^{0.6291}$$

$$= 0$$



Gambar 3.3 Gambar aliran bebas

B. Koefisien debit (C_d) untuk aliran bebas

Tabel koefisien debit dengan $L = 0.01\text{m}$

Tabel 3.15 Tabel koefisien debit (C_d) aliran bebas

NO	Q (m^3/dtk)	h (m)	h/L (x)	log h/L (X)	(X) ²	Cd (y)	logCd (Y)	(X) x (Y)
1	0.001	0.01309	1.30918	0.11700	0.01369	1.00452	0.00196	0.00023
2	0.002	0.02025	2.02490	0.30640	0.09388	1.04444	0.01889	0.00579
3	0.003	0.02613	2.61334	0.41720	0.17405	1.06853	0.02879	0.01201
4	0.004	0.03132	3.13188	0.49580	0.24582	1.08596	0.03581	0.01776
5	0.005	0.03604	3.60395	0.55678	0.31000	1.09967	0.04126	0.02297
6	0.006	0.04042	4.04201	0.60660	0.36796	1.11100	0.04571	0.02773
6				2.49978	1.20541		0.17242	0.08648

*Contoh Perhitungan :

$$C_d = \frac{Q}{\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}}g \times b h^{1.5}}$$

$$= \frac{0.001}{\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}} \times 9.8 \times 0.39 \times 0.01309^{1.5}} = 1.00452$$

$$A_u = \sum \frac{((\log \frac{h_u^2}{L}) \times (\log C_d)) - ((\log \frac{h_u}{L}) \times (X - Y_u))}{n \times (\log \frac{h_u^2}{L}) - (\log \frac{h_u}{L})^2}$$

$$= \sum \frac{(1.20541 \times 0.17242) - (2.49978 \times 0.08648)}{6 \times (1.20541) - (2.49978)^2} = -0.0085$$

$$a_u = 10^{A_u}$$

$$= 10^{-0.0085} = 0.98062$$

$$B_u = \sum \frac{n \times (X - Y_u) - (\log \frac{h_u}{L}) \times (\log C_d)}{n \times (\log \frac{h_u^2}{L}) - (\log \frac{h_u}{L})^2}$$

$$= \sum \frac{6 \times (0.08648) - (2.49978) \times (0.17242)}{6 \times (1.20541) - (2.49978)^2} = 0.08937$$

$$b_u = B_u$$

$$= 0.08937$$

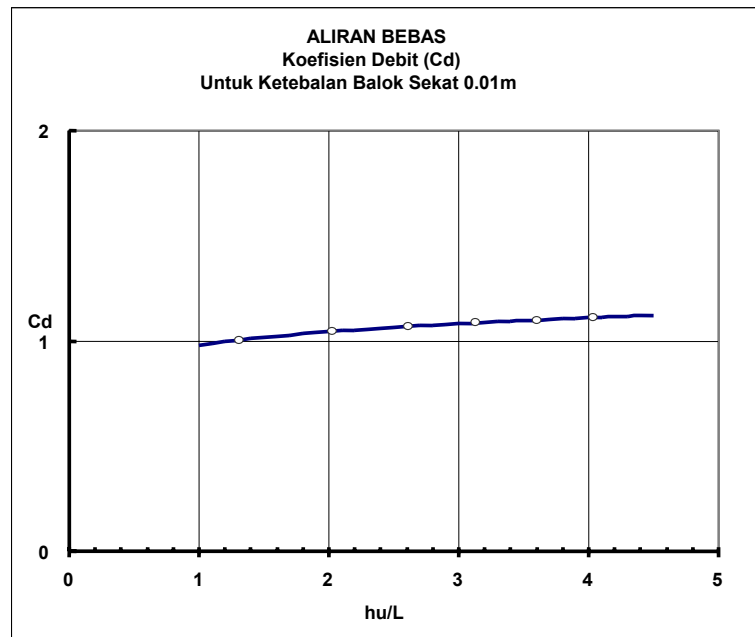
Tabel 3.16 Nilai regresi koefisien dari aliran bebas dengan L = 0.01m

h/L	Cd	h/L	Cd	h/L	Cd	h/L	Cd
1.00000	0.98062	2.00000	1.04329	3.00000	1.08179	4.00000	1.10996
1.10000	0.98901	2.10000	1.04785	3.10000	1.08496	4.10000	1.11241
1.20000	0.99673	2.20000	1.05221	3.20000	1.08804	4.20000	1.11481
1.30000	1.00388	2.30000	1.05640	3.30000	1.09104	4.30000	1.11716
1.40000	1.01056	2.40000	1.06043	3.40000	1.09395	4.40000	1.11945
1.50000	1.01681	2.50000	1.06430	3.50000	1.09679	4.50000	1.12170
1.60000	1.02269	2.60000	1.06804	3.60000	1.09956		
1.70000	1.02824	2.70000	1.07165	3.70000	1.10225		
1.80000	1.03351	2.80000	1.07514	3.80000	1.10488		
1.90000	1.03852	2.90000	1.07851	3.90000	1.10745		
2.00000	1.04329	3.00000	1.08179	4.00000	1.10996		

contoh perhitungan :

dik : $hu/L = 1.00$

$$\begin{aligned} C_d &= a_u \times hu/L^{b_u} \\ &= 0.98062 \times 1^{0.08937} \\ &= 0.98062 \end{aligned}$$



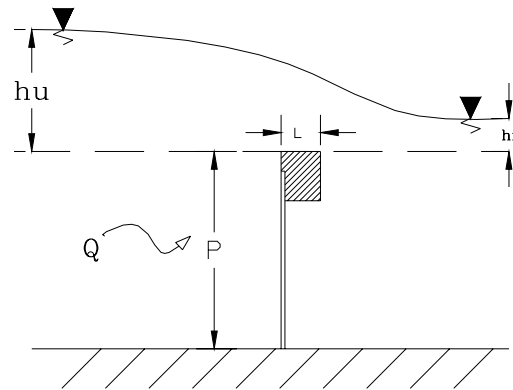
Gambar 3.4 Koefisien debit (C_d) untuk aliran bebas

3.2.2.2 Aliran tidak bebas

Aliran tidak bebas adalah kondisi aliran dimana limpasan air yang melalui balok sekat terganggu oleh muka air hilir yang ketinggiannya lebih tinggi dari pada mercu balok sekat.

Pengaturan ketinggian muka air hilir dilakukan dengan mengatur bukaan sekat pengatur diujung hilir saluran sampai muka air hilir mencapai ketinggian yang diinginkan.

Sekat pengatur terbuat dari pelat besi dan diletakkan pada sponeng diujung hilir saluran.



Gambar 3.5 Aliran tidak bebas

A. Data dan grafik aliran tidak bebas

Ketebalan balok sekat 0.01m.

Dik :

$Q_{100\%} = 0,00568 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Thomson : 0,2602 m

Ind.Thomson : 0,14940 m

Udik : 0.26920 m

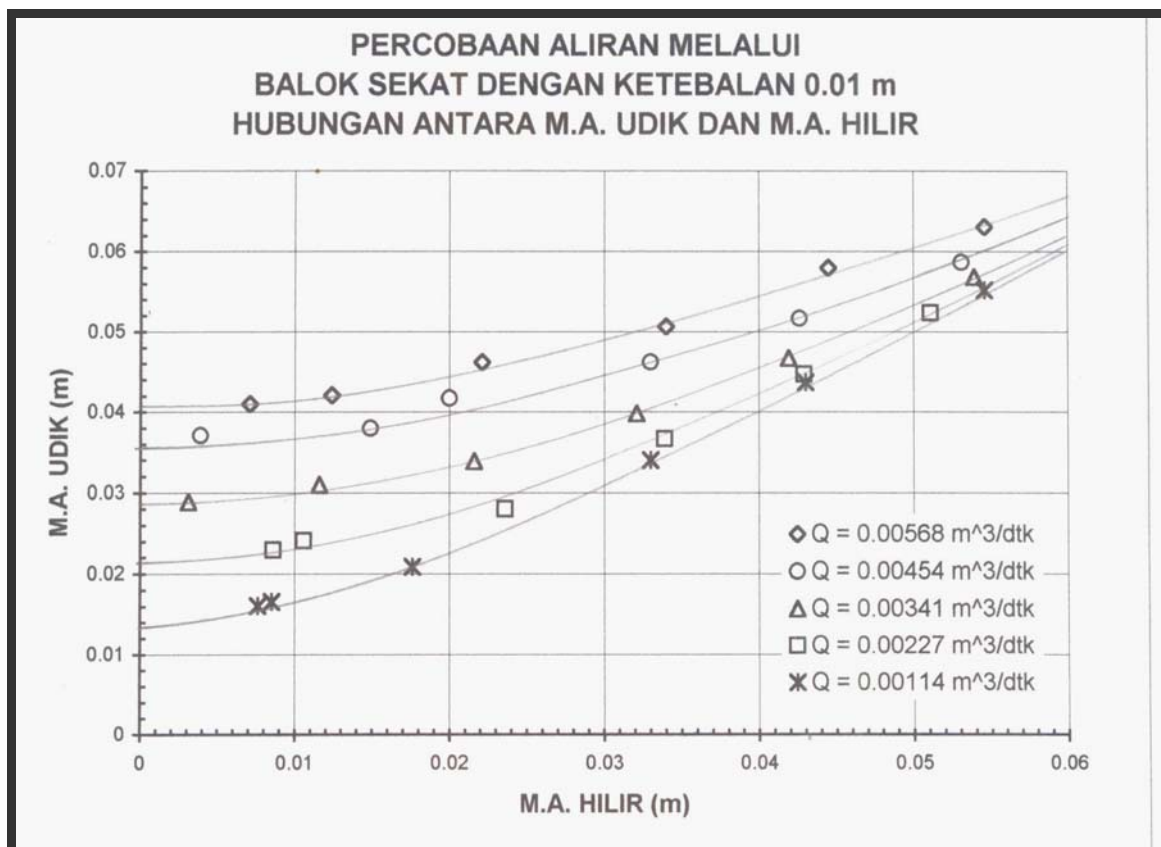
Ind.Udik : 0,22930 m

Hilir : 0,2458 m

Ind.Hilir : 0,43840 m

Tabel 3.17 Elevasi hilir dan udik aliran tidak bebas

Test	El.Muka Air	
	Hilir	Udik
1	0.00710	0.04100
2	0.01240	0.04210
3	0.02210	0.04620
4	0.03400	0.05070
5	0.04450	0.05800
6	0.05460	0.06210



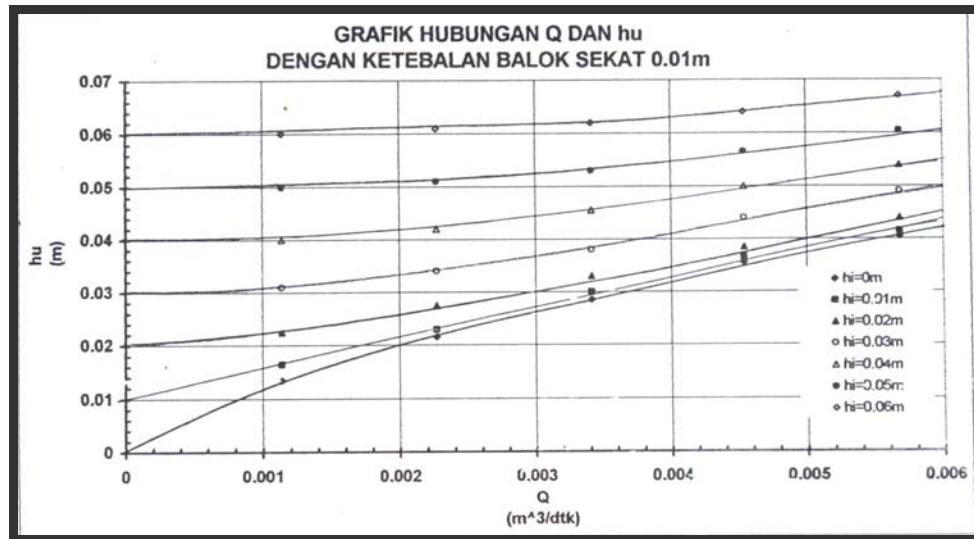
Gambar 3.6 Grafik hubungan Muka air udik dengan muka air hilir

Gambar penarikan lengkung grafik hubungan m.a hulu dengan m.a hilir diatas dilakukan secara manual dengan menggunakan penggaris fleksibel. Cara perhitungan dan penggambaran untuk balok sekat 2,3, dan 4 idem 1.

Data aliran tidak bebas untuk $L = 0.01\text{m}$

Tabel 3.18 Data aliran tidak bebas pada masing-masing ketebalan balok sekat

Q (m ³ /dtk)	hu						
	h1=0	h2=0.01	h3=0.02	h4=0.03	h5=0.04	h6=0.05	h7=0.06
0.00568	0.04050	0.04150	0.04400	0.04900	0.05400	0.06050	0.06700
0.00454	0.03550	0.03650	0.03850	0.04400	0.05000	0.05650	0.06400
0.00341	0.02850	0.03000	0.03300	0.03800	0.04550	0.05300	0.06200
0.00227	0.02150	0.02300	0.02750	0.03400	0.04200	0.05100	0.06100
0.00114	0.01350	0.01650	0.02250	0.03100	0.04000	0.05000	0.06000



Gambar 3.7 Grafik hubungan Q dan h

B. Data koefisien (C_d) pada aliran tidak bebas

Tabel 3.19 Ketebalan balok sekat 0.01m

NO	Q (m^3/dtk)	hu (m)	hu/L (m)	C_d
1	0.00100	0.01200	1.20000	1.14469
2	0.00200	0.02000	2.00000	1.06401
3	0.00300	0.02600	2.60000	1.07676
4	0.00400	0.03200	3.20000	1.05146
5	0.00500	0.03700	3.70000	1.05713
6	0.00600	0.042	4.20000	1.04891

Contoh Perhitungan :

dik:

$$L(\text{tebal balok sekat})=0.01m$$

$$Q=0.001m^3/dtk$$

$$h_u=0.0126m$$

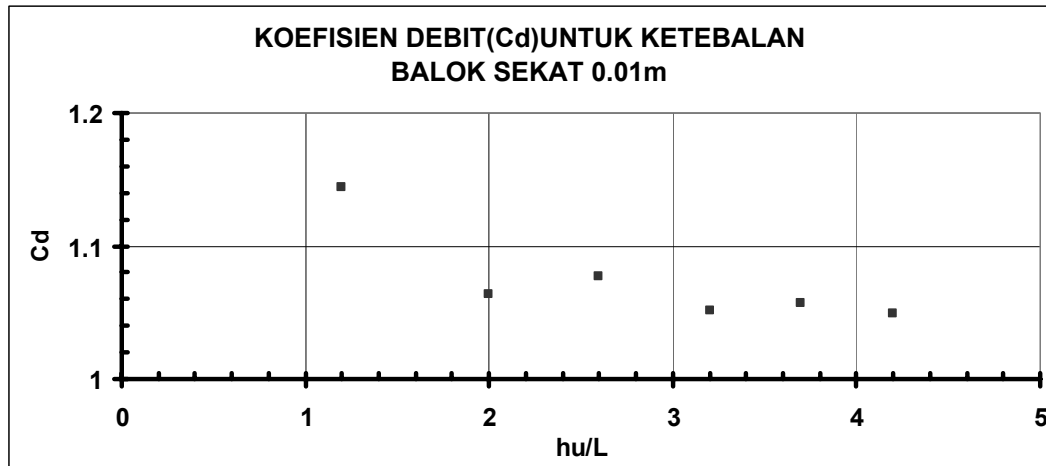
$$g=9.8m/dtk^2$$

$$\frac{h_u}{L} = \frac{0.012}{0.01} = 1.20000$$

$$C_d = \frac{Q}{\frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} \times g^{1.5} \times bh^{1.5}}$$

$$= \frac{0.001}{\frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} \times 9.8 \times 0.39 \times 0.01456^{1.5}}$$

$$= 1.14469$$



Gambar 3.8 Koefisien debit (Cd)

3.3. Pembahasan Hasil Uji Model Fisik

Hasil analisa karakteristik dapat dikemukakan hal-hal sebagai berikut :

1. Koefisien debit untuk aliran bebas

Tabel 3.20 Koefisien debit untuk aliran bebas

hi (m)	Cd	
	Min	Max
0.01	1.00452	1.111
0.02	0.9355	1.11563
0.03	1.03785	1.05369
0.04	0.85406	1.00471

2. Koefisien debit untuk aliran tidak bebas

Tabel 3.21 Koefisien debit untuk aliran tidak bebas

hi (m)	L = 0.01m		L = 0.02m		L = 0.03 m		L = 0.04m	
	Cd		Cd		Cd		Cd	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0.00	1.04891	1.14469	1.10148	1.50473	1.08751	1.39854	1.01567	1.39854
0.01	0.74350	1.01750	0.74350	1.07676	0.90838	1.05713	0.77976	1.03045
0.02	0.46113	0.96007	0.46113	0.97821	0.49446	1.01253	0.46113	0.90039
0.03	0.28249	0.80752	0.27569	0.85852	0.27569	0.85852	0.27569	0.78815
0.04	0.18125	0.70960	0.18462	0.72959	0.18462	0.72959	0.18125	0.68128
0.05	0.13259	0.60670	0.13339	0.60670	0.13259	0.58482	0.13259	0.55762
0.06	0.09988	0.52059	0.10162	0.53247	0.10112	0.50915	0.10187	0.50359

3. Batas modular dari masing-masing ketebalan balok sekat

Tabel 3.22 Nilai batas modular dari balok sekat

%	L=0.01			L=0.02			L=0.03			L=0.04		
	Q	hilir	udik	Q	hilir	udik	Q	hilir	udik	Q	hilir	udik
100	5.68	0.007	0.0410	5.86	0.0066	0.0402	5.855	0.0057	0.0408	5.72	0.004	0.0416
80	4.544	0.003	0.0371	4.62	0.0016	0.0356	4.684	0.0068	0.0371	4.58	0.0063	0.0377
60	3.408	0.003	0.0289	3.462	0.00894	0.0299	3.513	0.0084	0.0303	3.43	0.005	0.0327
40	2.272	0.008	0.0230	2.308	0.0016	0.0231	2.342	0.0088	0.0242	2.3	0.0039	0.0257
20	1.136	0.007	0.0161	1.154	0.0098	0.0159	1.71	0.006	0.0142	1.1	0.0057	0.0147

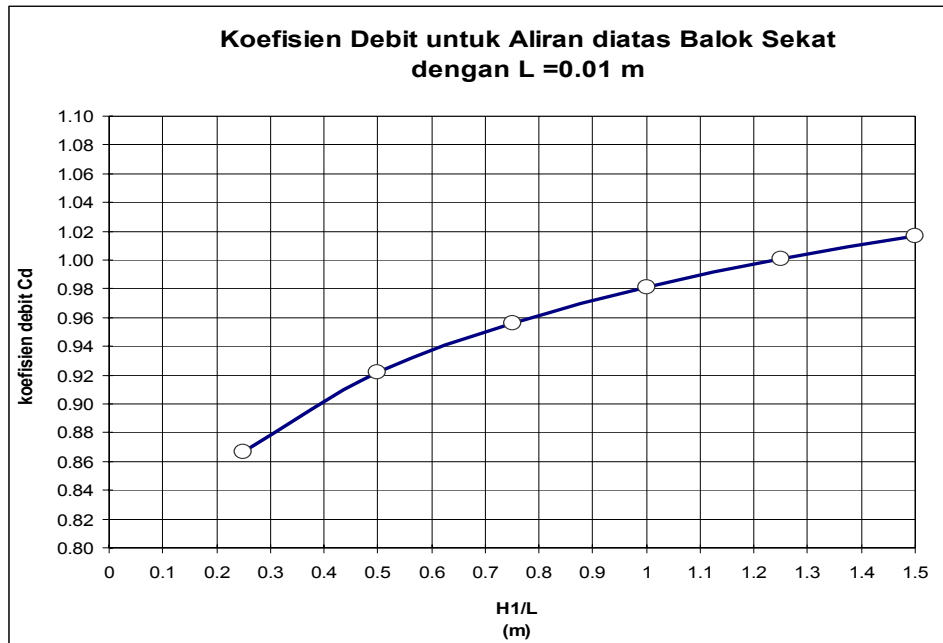
4. Berdasarkan hasil koefisien debit(Cd) dari analisa dapat dilihat persentase perbandingannya dengan Standar Perencanaan Irigasi (KP-04)

Tabel 3.23 Koefisien debit (Cd)

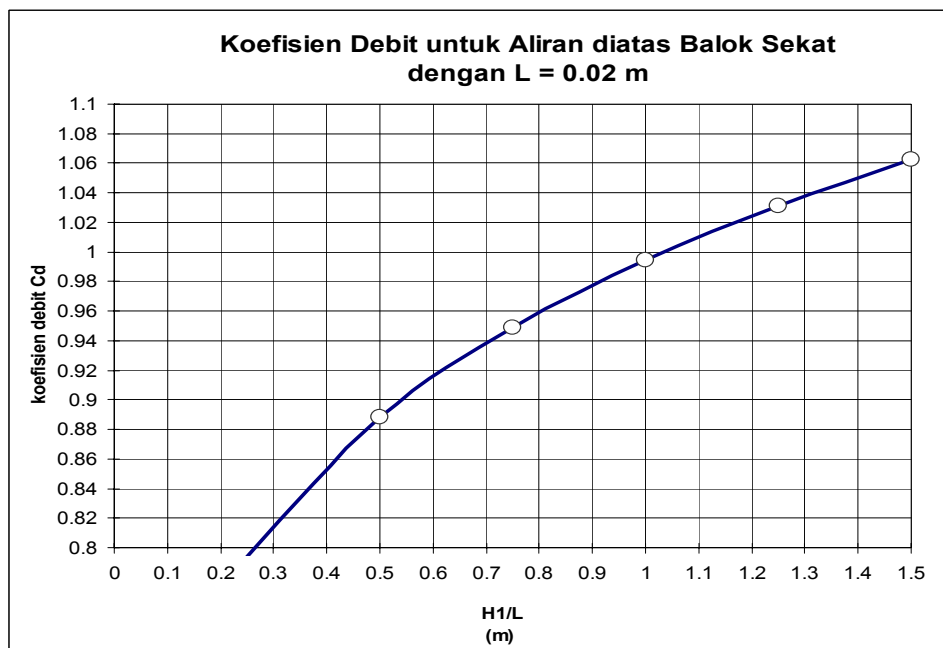
H1/L	KP - 04 Cd	L = 0.01 m		L = 0.02 m		L = 0.03m		L = 0.04m	
		Cd	ΔCd (%)	Cd	ΔCd (%)	Cd	ΔCd (%)	Cd	ΔCd (%)
0.250	0.850	0.867	0.020	0.794	-0.066	1.031	0.213	0.807	-0.051
0.500	0.860	0.922	0.072	0.888	0.033	1.040	0.209	0.895	0.041
0.750	0.910	0.956	0.051	0.949	0.043	1.045	0.148	0.951	0.045
1.000	0.960	0.981	0.022	0.995	0.036	1.049	0.093	0.993	0.034
1.250	1.010	1.000	-0.010	1.031	0.021	1.052	0.042	1.026	0.016
1.500	1.050	1.017	-0.031	1.062	0.011	1.055	0.005	1.054	0.004

5. Hubungan H1/L vs Cd berdasarkan KP-04 dan hasil analisa

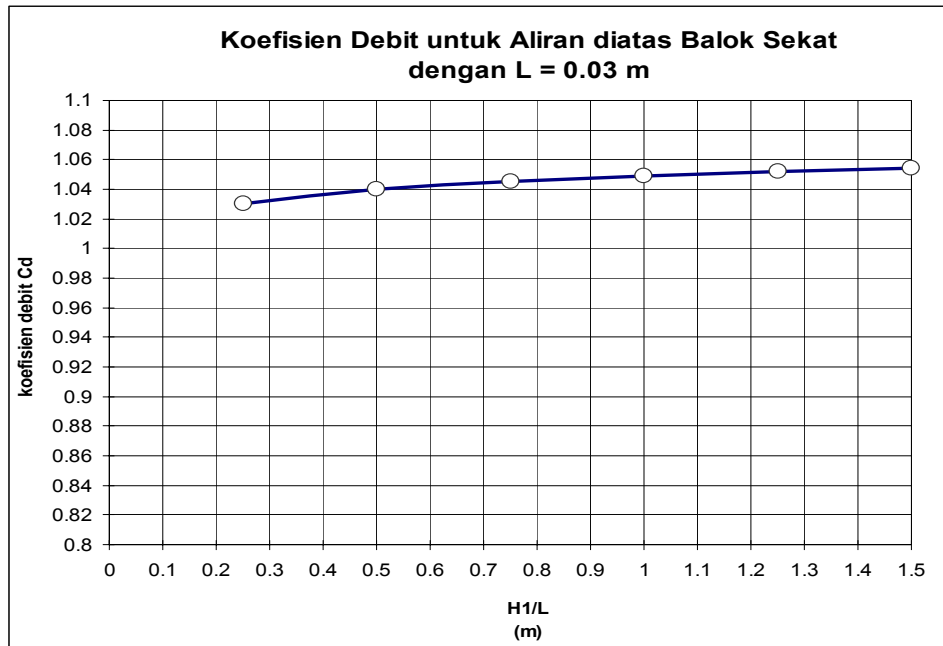
**Gambar 3.9 Hubungan Cd vs H1/L, berdasarkan KP-04**



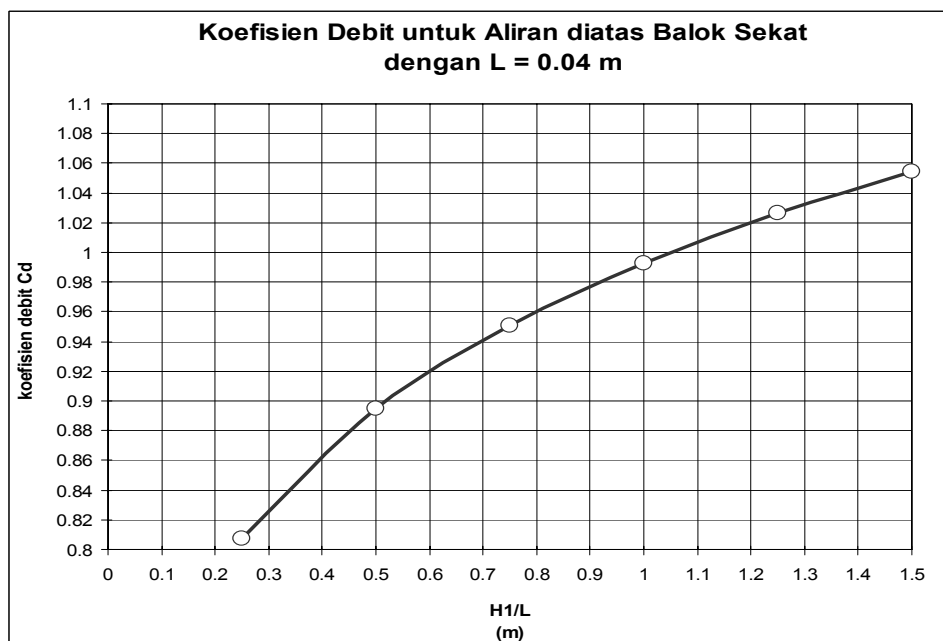
Gambar 3.10 Hubungan Cd vs H1/L, berdasarkan analisa untuk $L = 0.01$ m



Gambar 3.11 Hubungan Cd vs H1/L, berdasarkan analisa untuk $L = 0.02$ m



Gambar 3.12 Hubungan Cd vs H1/L, berdasarkan analisa untuk $L = 0.02$ m



Gambar 3.13 Hubungan Cd vs H1/L, berdasarkan analisa untuk $L = 0.02$ m

6. Berdasarkan grafik hubungan C_d vs hu/L dari analisa uji model fisik aliran melalui balok sekat ini dapat kita ketahui Q dari suatu aliran.

➤ Aliran bebas (lihat lampiran A.6)

Ketebalan balok sekat(L) = 0.01 m

Contoh :

dik: $g = 9.8 \text{ m}^2/\text{dtk}$

$b = 0.39 \text{ m}$

$hu/L = 2$

jawab :

$C_d = 1.04$ (lihat lampiran A.6.1)

$$\begin{aligned} Q &= C_d \times \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} g} b \times h^{1.5} \\ &= 1.04 \times \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} 9.8 \times 0.39 \times 0.02^{1.5}} \\ &= 0.001955 \text{ m}^3 / \text{dtk} \end{aligned}$$

➤ Aliran tidak bebas (lihat lampiran A.10)

Ketebalan balok sekat(L) = 0.01 m

Contoh :

dik: $g = 9.8 \text{ m}^2/\text{dtk}$

$b = 0.39 \text{ m}$

$hu/L = 2$

jawab :

$C_d = 1.09$ (lihat lampiran A.10.1)

$$Q = C_d \times \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} g} b \times h^{1.5}$$

$$\begin{aligned} &= 1.09 \times \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} \times 9.8 \times 0.39 \times 0.02^{1.5}} \\ &= 0.00205 \text{ m}^3 / \text{ dtk} \end{aligned}$$

BAB 4

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- Hasil dari analisa yang didapat terlihat bahwa nilai koefisien debit (C_d), untuk $H_1/L < 1.5$ tidak terlalu menyimpang dari hasil yang telah diperoleh pada Kriteria Perencanaan -04 (lihat tabel 3.23 halaman 49). Berkisar 0.004% sampai dengan 0.213%.
- Pada $H_1/L > 1.5$ mengakibatkan perbedaan koefisien yang besar diakibatkan pola aliran yang tidak mantap dan besarnya airasi dalam kantong udara dibawah pancaran.
- Berdasarkan koefisien debit tabel 3.21 dapat dilihat untuk kenaikan muka air hilir 0 s.d. 0.06 m :
 - $L = 0.01$ mMinimum 0.09988 dan maksimum 1.14469

- $L = 0.02$ m
Minimum 0.10162 dan maksimum 1.50473
 - $L = 0.03$ m
Minimum 0.10112 dan maksimum 1.39854
 - $L = 0.04$ m
Minimum 0.10187 dan maksimum 1.139854
- Pada batas modular (tabel 3.22 halaman 49), terlihat bahwa data yang didapat tidak konsisten, untuk $Q_{100\%}$ s.d. $Q_{20\%}$ hasil yang didapat pada muka air hulu naik turun.

4.2 Saran

- Diperlukannya alat setel pada pintu pengatur diujung hilir saluran, karena sangat sulit sekali mendapatkan ketinggian muka air hilir yang diinginkan.
- Dibutuhkan sedikit-dikitnya tiga orang untuk mendapatkan data batas modular suatu aliran yang lebih akurat, dikarenakan sangat sulit dalam pengamatannya.
- Diharapkan adanya percobaan/analisa lanjutan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil analisa yang lebih banyak, dengan ketebalan balok sekat dan ketinggian yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standarisasi Nasional, ***Tata Cara Perencanaan Hidrologi Dan Hidraulik Untuk Bangunan Di Sungai***, SNI 03-1724-1989
2. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Pengairan.(1989), ***Standar Perencanaan Irigasi***, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02
3. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Pengairan.(1989), ***Standar Perencanaan Irigasi***, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04
4. Prof.dr.M.deVries.(1997), ***Scale Models In hydraulic Engineering***, Internasional Institute for Hydraulic and Environmental engineering.
5. Van Te Chow, Ph.D., 1989, ***Hidrolika Saluran Terbuka (Open-Channel Hydraulics)*** , University of Illinois, alih bahasa Ir.E.V. Nensi Rosalina, M.Eng. Erlangga.