

PENGARUH VARIASI PANJANG JARI-JARI (R) TERHADAP KOEFISIEN DEBIT (Cd) DENGAN UJI MODEL FISIK PADA PELIMPAH TIPE BUSUR

Prastumi, Pudyono dan Fatimatuzahro
Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
Jl. Mayjen Haryono 147 Malang

ABSTRAK

Untuk memungkinkan beroperasinya bendungan dengan baik, maka diperlukan adanya bangunan pelengkap, salah satunya yaitu bangunan pelimpah. Pada suatu daerah yang memiliki kapasitas debit banjir relatif besar, maka dibutuhkan panjang pelimpah yang besar pula. Dan salah satu alternatif pemecahan dari permasalahan kebutuhan panjang pelimpah adalah dengan menggunakan pelimpah tipe busur. Atas dasar pemikiran tersebut, peneliti mencoba untuk mengkaji pengaruh variasi panjang jari-jari (R) terhadap koefisien debit (Cd) di daerah hulu pada pelimpah tipe busur, dimana ketinggian muka air di atas mercu pelimpah tipe busur ini akan lebih kecil bila dibandingkan dengan pelimpah tipe lurus (dengan debit yang sama), sehingga bahaya banjir yang diakibatkan peninggian elevasi muka air di hulu pelimpah yang berlebihan dapat dihindari. Penelitian ini bertujuan untuk menguji secara model fisik pengaruh bangunan pelimpah tipe busur terhadap besarnya nilai koefisien debit (Cd) yang terjadi dengan memberikan perlakuan variasi debit (Q), dan variasi panjang jari-jari (R) pelimpah.

Kata kunci : uji model fisik, pelimpah tipe busur, panjang jari-jari (R), Koefisien Debit (Cd).

PENDAHULUAN

Untuk mengatasi banjir pada suatu sungai dapat dilakukan dengan berbagai cara, dimana masing-masing cara tersebut tergantung pada kondisi daerah studi yang dianggap paling memungkinkan, baik dari segi kekuatan struktur itu sendiri maupun dari segi ekonomis. Bangunan yang biasanya didirikan untuk pengendalian banjir tersebut adalah bendungan.

Untuk memungkinkan beroperasinya bendungan dengan baik, maka diperlukan adanya bangunan pelengkap. Salah satu bangunan pelengkap bendungan yang harus dimiliki yaitu pelimpah. Dimana fungsi utama dari pelimpah yaitu untuk melewati kelebihan air yang masuk kedalam saluran yang dibendung dan mengalirkannya dari hulu ke hilir, sehingga dapat menghindarkan bendungan dari kerusakan akibat terjadi

air yang melimpah di atas mercu bendungan.

Dari penelitian yang ada penggunaan pelimpah tipe busur atau lengkung merupakan bentuk alternatif lain dari bentuk lurus sampai tahap model kelengkungan yang optimal 1/10 – 1/20 dari lebar efektif berbentuk cembung mengarah ke hulu berfungsi mengatasi limpahan debit air yang besar (Moch.Memed, 2003).

Atas dasar pemikiran tersebut, maka perlu adanya variasi modifikasi kelengkungan atau panjang jari – jari pelimpah (R) yang akan memberikan lebar efektif yang berbeda – beda dengan memberikan perlakuan variasi debit (Q) untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan kelengkungan pelimpah terhadap besarnya koefisien limpahan / debit (Cd) pada pelimpah tipe busur. Penelitian ini menggunakan model uji fisik hidrolis. Model fisik ini

bertujuan untuk mengamati kejadian-kejadian atau perilaku model terhadap perlakuan yang diberikan kepadanya. Berdasarkan hal tersebut, dapat

diperkirakan bahwa struktur sebenarnya pun nantinya akan mengalami hal yang serupa.

TINJAUAN PUSTAKA

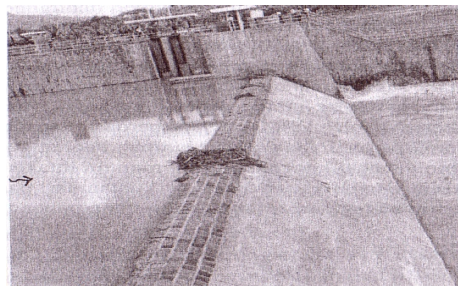
Bentuk Pelimpah

Berdasarkan bentuknya, pelimpah dapat dikategorikan antara lain sebagai berikut (Mawardi, Erman; Memed, 2002) :

1. Pelimpah tipe lurus

Pelimpah tipe lurus umumnya banyak digunakan dan dikembangkan untuk bendung tetap. Dibangun melintang di palung sungai dan tegak

lurus antara tembok pangkal dan pilar pembilas bendung. Mengarah tegak lurus terhadap aliran utama sungai. Aliran sungai yang keluar dari bendung ke hilir akan merata dan tidak terkonsentrasi pada satu bagian, sehingga penggerusan setempat di hilir bendung tidak terpusat pada suatu tempat.



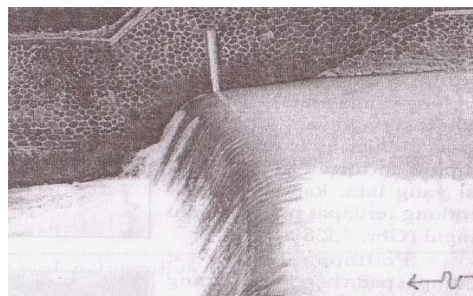
Gambar 1. Pelimpah Tipe Lurus

2. Pelimpah tipe lengkung (busur)

Pelimpah tipe busur ini merupakan alternatif lain dari bentuk lurus. Lengkungan pelimpah berbentuk cembung mengarah ke udik.

Bentuk ini akan melimpahkan aliran sungai lebih besar dibandingkan dengan

bentuk lurus karena bentangnya lebih panjang. Umumnya dibangun di daerah dasar sungai dari jenis batuan keras sehingga penggerusan setempat hilir bendung tidak perlu dikhawatirkan.

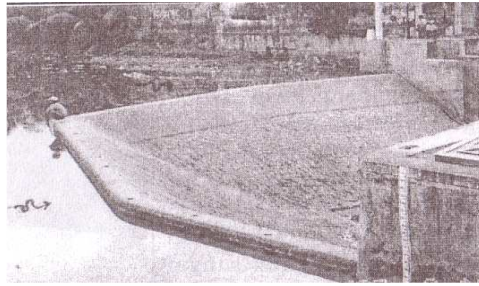


Gambar 2. Pelimpah Tipe Lengkung (Busur)

3. Pelimpah tipe U

Pelimpah tipe U ini dimaksudkan agar dapat melimpahkan aliran sungai dari

sisi lain, karena di udik bendung terdapat percabangan sungai.

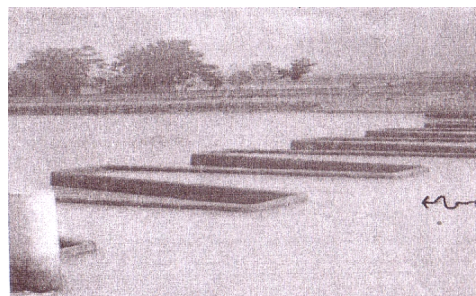


Gambar 3. Pelimpah Tipe U

4. Pelimpah tipe gergaji (pelimpah bergerigi)

Pelimpah tipe gergaji ini akan memberikan kapasitas pelimpahan yang

jauh lebih besar dan dapat dikembangkan di daerah pedataran untuk mengurangi daerah genangan banjir di bagian udik bendung.



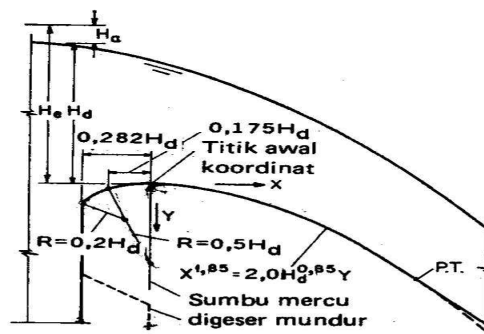
Gambar 4. Pelimpah Tipe Gergaji

Untuk selanjutnya pada penelitian ini, hanya akan dibahas model pelimpah tipe lengkung (busur).

Perencanaan bentuk ambang pelimpah

Bentuk ambang pelimpah direncanakan menggunakan bentuk ambang standart tipe

Ogee, yang dikembangkan oleh *Civil Engineering Departmeny U.S.Army*. Metode yang dipakai untuk menentukan bentuk penampang sebelah hilir dari titik tertinggi mercu pelimpah adalah lengkung Harold (*Sosrodarsono, 1989: 189*)



Gambar 5 Bentuk Ambang Pelimpah Tipe Ogee

Suatu pelimpah harus dapat berfungsi untuk tinggi tekan yang berbeda, baik yang lebih kecil maupun yang lebih besar dari tinggi tekan rencana. Dan dari hasil percobaan terhadap model membuktikan bahwa tinggi tekan rencana masih tetap aman bila dilampaui setidaknya-tidaknya sampai 50 % (*Chow, 1985 : 364*).

Hipotesa Penelitian

Diduga variasi jari-jari lengkung pada pelimpah tipe busur dan variasi debit (Q) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap besar nilai koefisien debit (C_d)

METODE PENELITIAN

Langkah-Langkah Penelitian

Dalam penelitian ini penempatan pelimpah pada posisi ditengah-tengah saluran peraga, dengan kondisi

pengaliran sempurna. Tahapan penelitiannya disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Langkah-Langkah Penelitian

No.	Kegiatan
1.	Mempersiapkan peralatan dilaboratorium termasuk membuat model fisik pelimpah.
2.	Kalibrasi alat ukur debit.
3.	Melakukan percobaan awal dengan menetapkan tinggi muka air pada alat ukur debit Rechbock untuk menentukan besarnya debit (Q) yang akan digunakan pada pelimpah model 1 (R _{15 cm}).
4.	Melakukan pengukuran H (tinggi muka air dari dasar saluran) dan V (kecepatan aliran).
5.	Selanjutnya mengulangi langkah (2) dengan Q ₂ , Q ₃ dan Q ₄ . Melakukan pengamatan terhadap masing-masing model pelimpah dengan mengulangi langkah ke (2), (3) dan (4).

Tabel 2. Rancangan Penelitian

Variabel Bebas		Model Pelimpah			
		Model 1 (R _{15 cm})	Model 2 (R _{15.5 cm})	Model 3 (R _{18 cm})	Model 4 (R~ cm)
Variasi debit (Q)	Q ₁				
	Q ₂				
	Q ₃				
	Q ₄				

PEMBAHASAN

Analisis Tinggi Tekan Total (H)

Tabel 3. Nilai Tinggi Tekan Total (H)

Debit (Q) (m ³ /dtk)	Tinggi Tekan Total (H) (cm)			
	Model 1 (R=15 cm)	Model 2 (R=15.5 cm)	Model 3 (R=18 cm)	Model 4 (R=~ cm)
2.314.10 ⁻³	2.40	2.58	2.75	2.91
4.072.10 ⁻³	3.37	3.53	3.70	4.31
6.084.10 ⁻³	4.15	4.41	4.73	5.76
8.304.10 ⁻³	4.99	5.29	5.59	7.27

Sumber : Hasil Perhitungan dan Penelitian

Analisis Koefisien Debit (Cd) Teoritis

Tabel 4. Nilai Koefisien Debit (Cd) Teoritis

Debit (m ³ /dtk)	Model Pelimpah							
	Model 1 (R=15 cm)		Model 2 (R=15.5 cm)		Model 3 (R=18 cm)		Model 4 (R=~ cm)	
	Hd (cm)	Cd teori	Hd (cm)	Cd teori	Hd (cm)	Cd teori	Hd (cm)	Cd teori
Q1	2.400	2.190	2.580	2.189	2.750	2.188	2.910	2.188
Q2	3.370	2.186	3.530	2.185	3.700	2.184	4.310	2.182
Q3	4.150	2.183	4.410	2.182	4.730	2.180	5.760	2.176
Q4	4.990	2.179	5.290	2.178	5.590	2.177	7.270	2.170

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

Analisis Koefisien Debit (Cd) Hasil Penelitian

Dari hasil pengamatan uji model pelimpah didapatkan data nilai koefisien debit (Cd) pada berbagai kondisi perlakuan. Pada setiap kondisi perlakuan terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi nilai

koefisien debit (Cd) tersebut. Variabel – variabel yang mempengaruhi antara lain adalah variasi jari – jari pelimpah (menghasilkan variasi lebar efektif(B)), variasi besarnya debit (Q) dan tinggi tekan total (H) di hulu pelimpah.

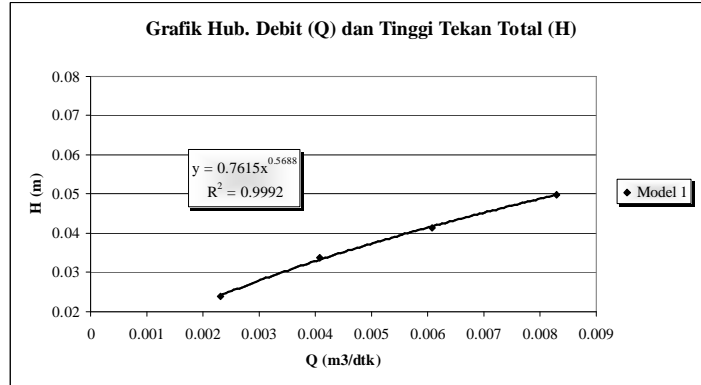
Analisis Hubungan Debit (Q) dan Tinggi Tekan Total (H)

Tabel 5. Data (H) Pada Berbagai Variasi Debit (Q)

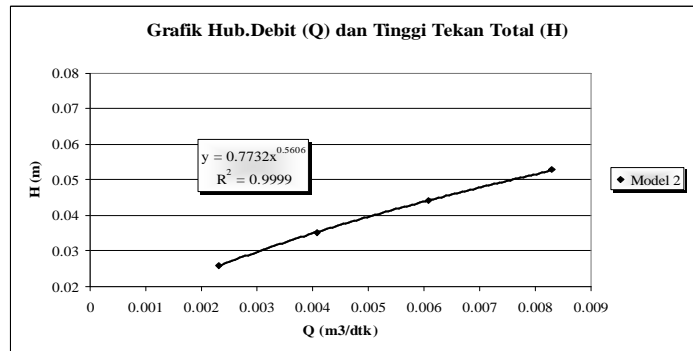
Model Pelimpah		Lebar efektif Pelimpah (m)	Debit (m ³ /dtk)		Tinggi Tekan Total H (m)
1	R = 15 cm	0.44886	Q1	0.002314	0.0240
			Q2	0.004072	0.0337
			Q3	0.006084	0.0415
			Q4	0.008304	0.0499
2	R = 15.5 cm	0.38924	Q1	0.002314	0.0258
			Q2	0.004072	0.0353
			Q3	0.006084	0.0441
			Q4	0.008304	0.0529
3	R = 18 cm	0.34058	Q1	0.002314	0.0275
			Q2	0.004072	0.0370
			Q3	0.006084	0.0473
			Q4	0.008304	0.0559
4	R = ~ cm	0.3	Q1	0.002314	0.0291
			Q2	0.004072	0.0431
			Q3	0.006084	0.0576
			Q4	0.008304	0.0727

Sumber : Hasil Penelitian

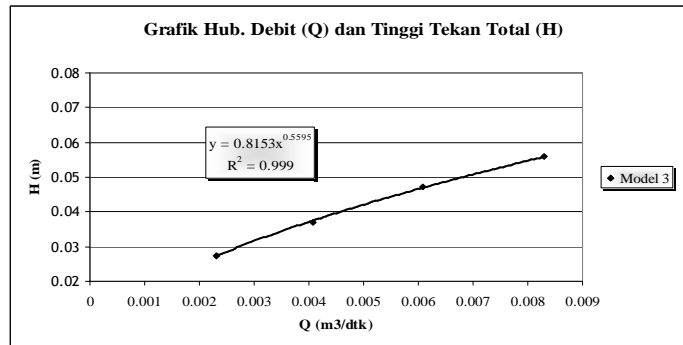
Dari beberapa data di atas, maka dapat dibuat grafik hubungan antara nilai debit (Q) dengan tinggi tekan total (H)



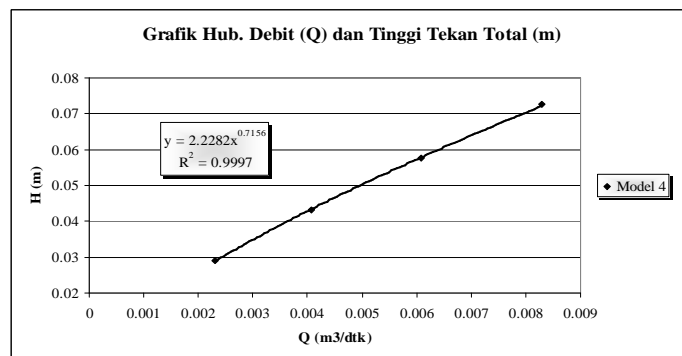
Gambar 6. Grafik Hub. Q dan H Model 1



Gambar 7. Grafik Hub. Q dan H Model 2



Gambar 8. Grafik Hub. Q dan H Model 3



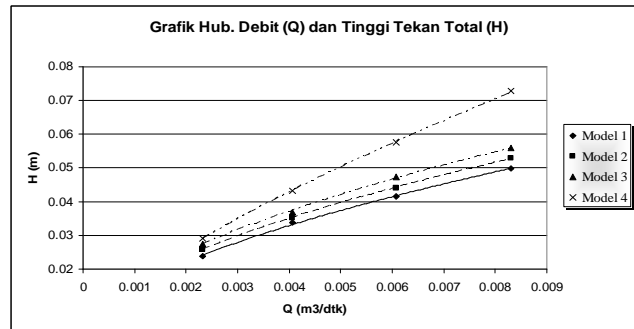
Gambar 9. Grafik Hub. Q dan H Model 4

Untuk mengetahui perbandingan nilai tersebut dapat dikelompokkan lagi. Hasil tinggi tekan total (H) pada masing-masing perbandingannya disajikan dalam tabel model, maka dari beberapa gambar matriks hubungan dan grafik berikut :

Tabel 6. Matriks Hub. Debit (Q) dan Tinggi Tekan Total (H)

Debit (m ³ /dtk)		Model Pelimpah			
		Model 1 (R=15 cm)	Model 2 (R=15.5 cm)	Model 3 (R=18 cm)	Model 4 (R=~ cm)
		H (m)	H (m)	H (m)	H (m)
Q1	0.002314	0.0240	0.0258	0.0275	0.0291
Q2	0.004072	0.0337	0.0353	0.037	0.0431
Q3	0.006084	0.0415	0.0441	0.0473	0.0576
Q4	0.008304	0.0499	0.0529	0.0559	0.0727

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 10. Grafik Hub. Q dan H

Dari tabel di atas, menunjukkan bahwa :

- Hubungan antara debit (Q) yang dialirkan berbanding lurus dengan tinggi tekan total (H) yang terjadi. Atau dapat dikatakan bahwa apabila dialirkan debit (Q) yang semakin besar akan menghasilkan (H) yang lebih tinggi juga untuk setiap variasi model pelimpah.
- Apabila semakin panjang jari – jari (R), semakin pendek lebar efektif pelimpah (B), maka akan semakin besar tinggi tekan total (H) dengan pemberian debit (Q) yang sama.

Analisis Hubungan Debit (Q) dan Koefisien Debit (Cd) Hasil Penelitian

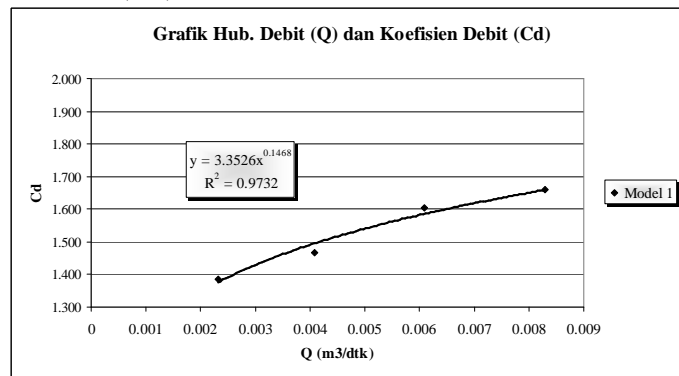
Tabel 7. Data Nilai Koefisien Debit (Cd) Pada Berbagai Variasi Debit (Q)

Model Pelimpah		Lebar efektif Pelimpah (m)	Debit (m ³ /dtk)		Tinggi Tekan Total H (m)	Koefisien Debit (Cd)
1	R = 15 cm	0.44886	Q1	0.002314	0.0240	1.387
			Q2	0.004072	0.0337	1.467
			Q3	0.006084	0.0415	1.603
			Q4	0.008304	0.0499	1.659
2	R = 15.5 cm	0.38924	Q1	0.002314	0.0258	1.435
			Q2	0.004072	0.0353	1.578
			Q3	0.006084	0.0441	1.687
			Q4	0.008304	0.0529	1.753

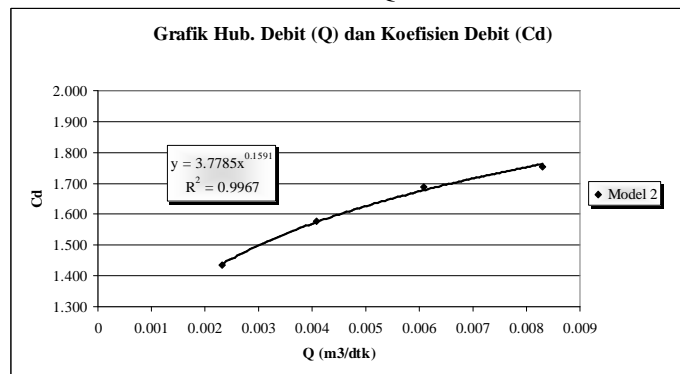
3	R = 18 cm	0.34058	Q1	0.002314	0.0275	1.490
			Q2	0.004072	0.0370	1.680
			Q3	0.006084	0.0473	1.736
			Q4	0.008304	0.0559	1.845
4	R = ~ cm	0.3	Q1	0.002314	0.0291	1.554
			Q2	0.004072	0.0431	1.517
			Q3	0.006084	0.0576	1.457
			Q4	0.008304	0.0727	1.412

Sumber : Hasil Penelitian

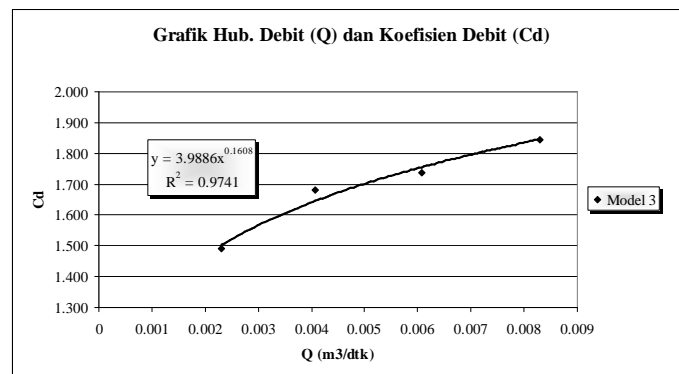
Dari beberapa data di atas, maka dapat dibuat grafik hubungan antara nilai debit (Q) dengan koefisien debit (Cd).



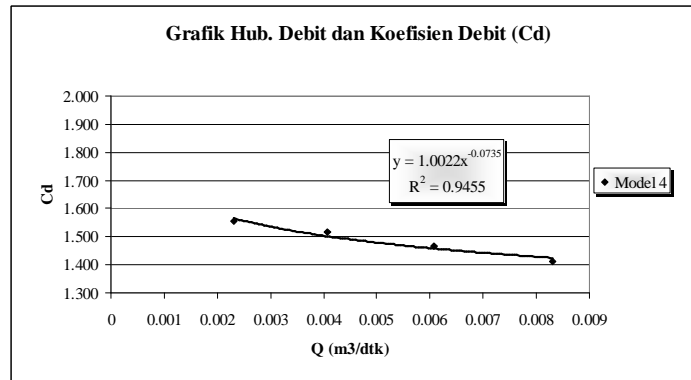
Gambar 11. Grafik Hub. Q dan Cd Model 1



Gambar 12. Grafik Hub. Q dan Cd Model 2



Gambar 13. Grafik Hub. Q dan Cd Model 3



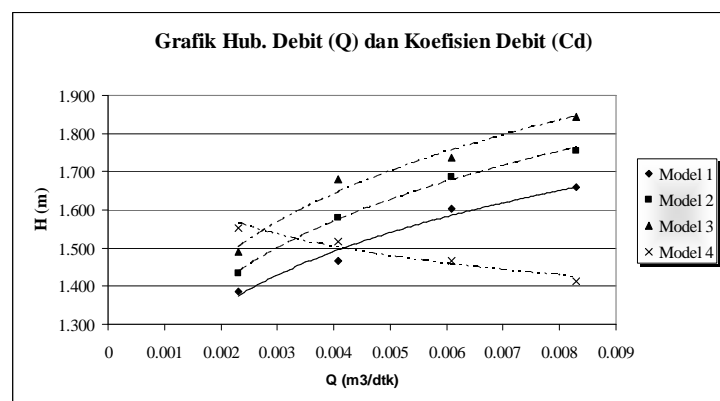
Gambar 14. Grafik Hub. Q dan Cd Model 4

Untuk mengetahui perbandingan tersebut dapat dikelompokkan lagi. Hasil nilai koefisien debit (Cd) pada masing-masing model, maka dari beberapa gambar perbandingannya disajikan dalam tabel matriks hubungan dan grafik berikut :

Tabel 8. Matriks Hub. Debit (Q) dan Koefisien Debit (Cd)

Debit (m ³ /dtk)		Model Pelimpah			
		Model 1 (R=15 cm) Cd	Model 2 (R=15.5 cm) Cd	Model 3 (R=18 cm) Cd	Model 4 (R=~ cm) Cd
Q1	0.002314	1.3870	1.435	1.49	1.554
Q2	0.004072	1.4670	1.578	1.68	1.517
Q3	0.006084	1.6030	1.687	1.736	1.467
Q4	0.008304	1.6590	1.753	1.845	1.412

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 15. Grafik Hub. Q dan Cd

- Dari tabel di atas, menunjukkan bahwa :

 - Pada model 1,2 dan 3, hubungan antara debit (Q) yang dialirkan berbanding lurus dengan nilai koefisien debit (Cd). Atau dapat dikatakan bahwa apabila dialirkan debit (Q) yang semakin besar akan menghasilkan koefisien debit (Cd) yang lebih besar juga.
 - Pada model 1,2 dan 3, dimana semakin panjang jari – jari (R), semakin pendek lebar efektif pelimpah (B), maka harga koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin besar untuk setiap masing-masing debit yang diberikan
 - Pada model 4 hubungan antara debit (Q) yang dialirkan berbanding terbalik

dengan nilai koefisien debit (C_d). Atau dapat dikatakan bahwa apabila dialirkan debit (Q) yang semakin besar akan menghasilkan koefisien debit (C_d) yang lebih kecil.

Analisis Hubungan P/H dan Koefisien Debit (C_d)

Cara perhitungan dan hasil analisa nilai koefisien debit teoritis yang menggunakan rumus pendekatan Iwasaki dapat dilihat pada sub bab 4.5.4 dan tabel

4.12 diatas. Dari rumus tersebut maka dapat dibuat suatu hubungan antara tinggi pelimpah (P) dan tinggi tekan total (H) / (P/H) dengan nilai koefisien debit (C_d). Untuk mengetahui perbandingan nilai koefisien debit (C_d) pada masing-masing model berdasarkan hasil penelitian dan teoritis, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

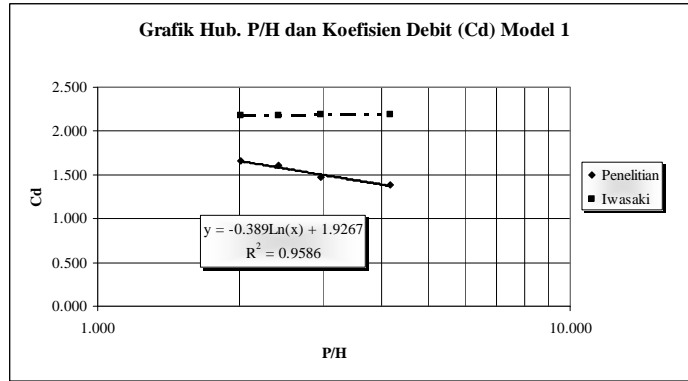
Tabel 9. Nilai Koefisien Debit (C_d) Hasil Penelitian dan Teoritis

Model Pelimpah	Lebar efektif Pelimpah (m)	Debit (m ³ /dtk)	Tinggi Tekan Total H (m)	Koefisien Debit (C_d)	P/H	Koefisien Debit (C_d) teoritis		
1	R = 15 cm	0.44886	Q1	0.002314	0.0240	1.387	4.167	2.190
			Q2	0.004072	0.0337	1.466	2.967	2.186
			Q3	0.006084	0.0415	1.603	2.410	2.183
			Q4	0.008304	0.0499	1.660	2.004	2.179
2	R = 15.5 cm	0.38924	Q1	0.002314	0.0258	1.435	3.876	2.189
			Q2	0.004072	0.0353	1.577	2.833	2.185
			Q3	0.006084	0.0441	1.688	2.268	2.182
			Q4	0.008304	0.0529	1.753	1.890	2.178
3	R = 18 cm	0.34058	Q1	0.002314	0.0275	1.490	3.636	2.188
			Q2	0.004072	0.0370	1.680	2.703	2.184
			Q3	0.006084	0.0473	1.737	2.114	2.180
			Q4	0.008304	0.0559	1.845	1.789	2.177
4	R = ~ cm	0.3	Q1	0.002314	0.0291	1.554	3.436	2.188
			Q2	0.004072	0.0431	1.517	2.320	2.182
			Q3	0.006084	0.0576	1.467	1.736	2.176
			Q4	0.008304	0.0727	1.412	1.376	2.170

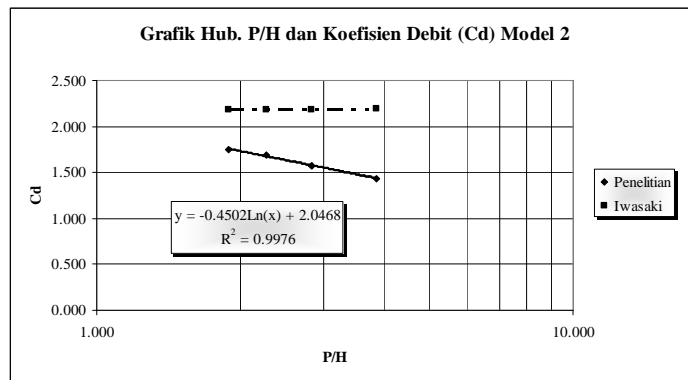
Sumber : Hasil Perhitungan dan Penelitian

Dari tabel di atas, hasil perbandingan nilai koefisien debit (C_d) hasil penelitian dan

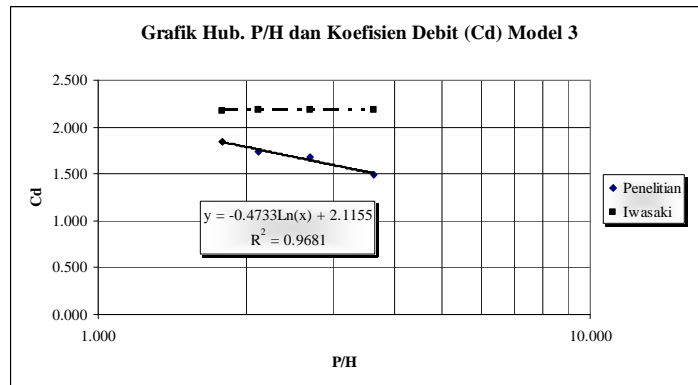
teoritis dapat digambarkan dalam bentuk grafik dibawah ini :



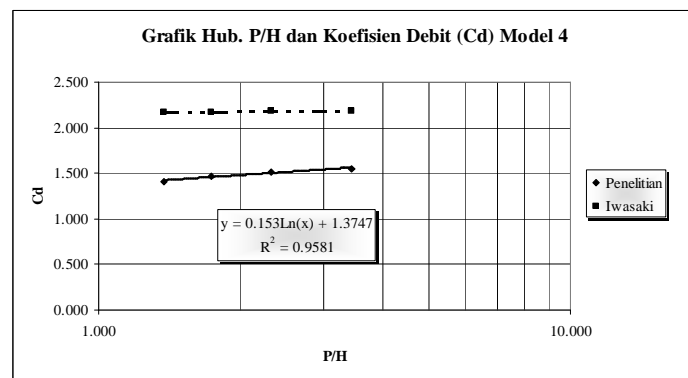
Gambar 16. Grafik Hub. P/H dan Cd Model 1



Gambar 17. Grafik Hub. P/H dan Cd Model 2



Gambar 18. Grafik Hub. P/H dan Cd Model 3



Gambar 19. Grafik Hub. P/H dan Cd Model 4

Dari tabel dan grafik di atas, menunjukkan bahwa :

- Berdasarkan teori yang digunakan, menyatakan bahwa semakin kecil nilai perbandingan tinggi pelimpah dan tinggi tekan total di hulu (P/H), maka nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin besar pada setiap penambahan debit.
- Pada grafik untuk model 1,2 dan 3 di atas terlihat bahwa nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan pada penelitian berbanding terbalik dengan nilai Cd teori. Dimana semakin besar nilai perbandingan

tinggi pelimpah dan tinggi air di hulu (P/H), maka nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin kecil pada setiap penambahan debit.

- Sedangkan pada model 4, model grafik yang dihasilkan hampir sama dengan teori yang ada (walaupun nilai Cd yang dihasilkan tidak mendekati nilai Cd teori), yaitu dimana semakin besar nilai perbandingan tinggi pelimpah dan tinggi tekan total di hulu (P/H), maka nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin kecil pada setiap penambahan debit.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa pembahasan sebagai acuan dalam pengambilan kesimpulan :

1. Untuk memperoleh besarnya debit (Q) yang akan digunakan pada model penelitian dilakukan dengan melihat grafik hubungan h (m) dan $Q_{\text{Rechbok Kalibrasi}} (m^3/dtk)$.
 $h = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$ diperoleh $Q_1 = 0.002314 \text{ m}^3/dtk$
 $h = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$ diperoleh $Q_2 = 0.004072 \text{ m}^3/dtk$
 $h = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$ diperoleh $Q_3 = 0.006084 \text{ m}^3/dtk$
 $h = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$ diperoleh $Q_4 = 0.008304 \text{ m}^3/dtk$
2. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran tinggi muka air di hulu pelimpah pada tiga tempat yaitu kiri, tengah (as) dan kanan. Pengukuran dilakukan dalam beberapa *section* yang telah ditentukan sampai mencapai kedalaman muka air normal.
3. Data tinggi muka air yang digunakan dalam analisa perhitungan nilai koefisien debit (Cd) hanya pada bagian tengah (As) pelimpah, karena pada bagian tersebut kondisi aliran diteruskan, dan tidak dipengaruhi kelengkungan model (berdasarkan sifat aliran akan mengikuti pola

media yang dilaluinya). Selain itu dapat mempermudah dalam proses pengukuran.

4. Pengukuran jarak tinggi tekan total (H) hasil penelitian pada setiap model semakin jauh untuk setiap penambahan debit(Q).
5. Secara teoritis belum ada pendekatan yang baku dalam menentukan tinggi tekan (Hd) pada bagian hulu pelimpah. Untuk mengukur tinggi tekan (Hd) yang akan digunakan sebagai variabel untuk menganalisa koefisien debit (Cd) pada setiap variasi model pada penelitian ini, tidak diukur tepat diatas pelimpah tetapi di hulu pelimpah, tetapi terletak di hulu pelimpah pada kondisi aliran yang terjadi berubah menjadi tidak sejajar lagi dengan aliran air yang konstan. Pada kondisi ini kecepatan mendekati nol tetapi pada kenyataan kecepatan nol tersebut sulit dicapai.
6. Berdasarkan hasil pengeplotan profil aliran setiap model terdapat perbedaan tinggi muka air untuk setiap debit (Q) yang diberikan hal ini disebabkan adanya perubahan panjang jari – jari (R) pelimpah yang memberikan lebar efektif yang bervariasi..

7. Semakin besar debit (Q) yang dialirkan, akan menghasilkan (H) yang lebih tinggi pada setiap variasi model pelimpah. Atau dapat dikatakan juga bahwa semakin panjang jari – jari (R) model pelimpah, semakin pendek lebar efektif pelimpah (B), maka besar tinggi tekan total (H) akan semakin besar dengan pemberian debit (Q) yang sama.
8. Hubungan antara debit (Q) dengan nilai (H) yang dihasilkan pada berbagai variasi model pelimpah dari hasil penelitian, hasil regresinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10. Hasil Regresi Hub. Nilai Q dan H

Model Pelimpah	Lebar efektif (m)	Q (m ³ /dtk)	H (m)	Persamaan Regresi
1	0.44886	x	y	$y = 0.7615.x^{0.5688}$
2	0.38924	x	y	$y = 0.7732.x^{0.5606}$
3	0.34058	x	y	$y = 0.8153.x^{0.5595}$
4	0.3	x	y	$y = 2.2282.x^{0.7156}$

Sumber : Hasil Perhitungan

9. Dari tabel diatas, menunjukkan adanya perbedaan trend grafik nilai koefisien debit (Cd) antara model pelimpah lengkung (model 1,2,3) dengan model pelimpah lurus.
- ◆ Pada model 1,2 dan 3, semakin panjang jari – jari (R), semakin pendek lebar efektif pelimpah (B), maka harga koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin besar untuk setiap nilai debit yang sama, dan adanya perubahan nilai debit (Q) yang semakin besar akan menghasilkan koefisien debit (Cd) semakin besar.
 - ◆ Sedangkan pada model 4 menunjukkan apabila dialirkan debit (Q) yang semakin besar akan menghasilkan koefisien debit (Cd) yang lebih kecil.
- Perbedaan tersebut dimungkinkan karena adanya perbedaan bentuk pelimpah. Selain itu nilai Cd yang terjadi dapat dipengaruhi pula oleh nilai koefisien kontraksi (Cc) dan koefisien kecepatan (Cv).
10. Hubungan antara debit (Q) dengan nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan pada berbagai variasi model pelimpah dari hasil penelitian, hasil regresinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 11. Hasil Regresi Hub. Nilai Q dan Cd

Model Pelimpah	Lebar efektif (m)	Q (m ³ /dtk)	Cd	Persamaan Regresi
1	0.44886	x	y	$y = 3.3526.x^{0.1468}$
2	0.38924	x	y	$y = 3.7785x^{0.1591}$
3	0.34058	x	y	$y = 3.9886.x^{0.1608}$
4	0.3	x	y	$y = 1.0022.x^{-0.0735}$

Sumber : Hasil Perhitungan

11. Berdasarkan teori yang digunakan, menyatakan bahwa semakin besar nilai perbandingan tinggi pelimpah dan tinggi air di hulu (P/H), maka nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin besar pada setiap penambahan debit. Dan nilai koefisien debit (Cd) besarnya antara 2,0 – 2,1.
12. Untuk model 1,2 dan 3 di atas terlihat bahwa nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan pada penelitian berbanding terbalik dengan nilai Cd teori Iwasaki. Dimana pada penelitian ini semakin besar nilai perbandingan tinggi pelimpah dan tinggi air di hulu (P/H), maka nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin kecil pada setiap penambahan debit (Q).
13. Sedangkan pada model 4, model grafik 4.28 yang dihasilkan hampir sama dengan teori yang ada (walaupun nilai Cd yang dihasilkan tidak mendekati nilai Cd teori), yaitu dimana semakin besar nilai perbandingan tinggi pelimpah dan tinggi air di hulu (P/H), maka nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin kecil pada setiap penambahan debit (Q).
14. Hubungan antara P/H dengan nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan pada berbagai variasi model pelimpah dari hasil penelitian, hasil regresinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 12. Hasil Regresi Hub. Nilai Cd dan P/H

Model Pelimpah	Lebar efektif (m)	P/H	Cd	Persamaan Regresi
1	0.44886	x	y	$y = -0.389\ln(x) + 1.9267$
2	0.38924	x	y	$y = -0.4502 \ln(x) + 2.0468$
3	0.34058	x	y	$y = -0.4733\ln(x) + 2.1155$
4	0.3	x	y	$y = 0.153\ln(x) + 1.3747$

Sumber : Hasil Perhitungan

15. Nilai koefisien debit (Cd) dari hasil penelitian tidak sesuai dengan rumusan teori Iwasaki, hal ini dikarenakan model pelimpah dalam rumusan Iwasaki berdasarkan jenis pelimpah tipe lurus dengan berbagai variasi muka mercu (ambang). Perbedaan lain mungkin karena temperature, kelembaban udara, dan air yang digunakan, serta mungkin juga peralatan yang digunakan kurang memadai.
16. Dari hasil analisa statistik pengujian nilai koefisien debit, maka dari hasil hipotesis awal yang menyatakan bahwa nilai koefisien debit (Cd) tersebut berbeda nyata terhadap setiap variasi model pelimpah dan variasi besarnya debit yang diberikan adalah benar.

KESIMPULAN

Dalam upaya untuk mengetahui pengaruh jari-jari pada model pelimpah terhadap nilai koefisien debit (Cd), maka dalam penelitian ini digunakan 4 variasi debit (2.314 l/dtk), (4.072 lt/dtk), (6.084 lt/dtk), (8.304 lt/dtk) dan 4 variasi panjang jari-jari (R) pelimpah (R = 15 cm, R = 15.5 cm, R = 18 cm dan R = ~ cm). Dari hasil penelitian terlihat bahwa

nilai koefisien debit (Cd) yang diperoleh terbukti dipengaruhi oleh variasi debit (Q) dan panjang jari-jari (R) pada model pelimpah.

Secara lebih rinci temuan hasil penelitian dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Nilai tinggi tekan total (H) di hulu pelimpah memiliki besaran yang tidak tetap bila digunakan berbagai

- variasi model pelimpah dengan pemberian besar debit (Q) yang sama.
- Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin panjang jari – jari (R), semakin pendek lebar efektif pelimpah (B), maka akan semakin besar tinggi tekan total (H) dengan pemberian debit (Q) yang sama. Dan disini, model 4 (lurus) memiliki nilai (H) yang lebih tinggi untuk setiap pemberian (Q) yang sama..
2. Untuk setiap model pelimpah yang bervariasi pada penelitian ini diperoleh besar koefisien debit (Cd) untuk :
 - debit Q_1 pada model 1 – 4 sebesar 1,387 ; 1,435 ; 1,490 ; 1,554.
 - debit Q_2 pada model 1 – 4 sebesar 1,467 ; 1,578 ; 1,680 ; 1,517.
 - debit Q_3 pada model 1 – 4 sebesar 1,603 ; 1,687 ; 1,736 ; 1,467.
 - debit Q_4 pada model 1 – 4 sebesar 1,659 ; 1,753 ; 1,845 ; 1,412.
 3. Nilai koefisien debit (Cd) untuk berbagai variasi model pelimpah dengan debit aliran (Q) yang sama memberikan harga yang berbeda.
 - Untuk debit ($Q_1=0.002314 \text{ m}^3/\text{dtk}$) nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin bertambah besar untuk setiap penambahan panjang jari-jari (R).
 - Untuk variasi besar debit (Q) pada model pelimpah 1,2 dan 3 (busur) nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan tetap akan semakin bertambah besar untuk setiap penambahan panjang jari-jari (R) pada besar debit (Q) yang sama.
 4. Sedangkan pada model pelimpah 4 (lurus), untuk variasi besar debit (Q), nilai koefisien debit (Cd) yang dihasilkan akan semakin kecil.
 4. Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa pada semua variasi model pelimpah, nilai *froude number* (Fr) yang diperoleh pada setiap *section* yang ditentukan (daerah hulu, puncak dan hilir pelimpah) telah sesuai dengan teori yang ada.

Daerah hulu \longrightarrow nilai $Fr < 1$ (merupakan daerah subkritis)

Daerah puncak \longrightarrow nilai $Fr = 1$ (merupakan daerah kritis)

Daerah hilir \longrightarrow nilai $Fr > 1$ (merupakan daerah super kritis)

Khusus untuk daerah puncak pelimpah, pada penelitian ini tidak bisa diperoleh nilai $Fr = 1$, hal ini mungkin dikarenakan kurangnya ketelitian dalam waktu melakukan pengukuran.
 5. Terdapat perbedaan nilai koefisien debit (Cd) antara hasil penelitian dan hasil teoritis. Nilai koefisien debit (Cd) teoritis Iwasaki berkisar antara 2.0 – 2.1, sedangkan pada penelitian ini nilai Cd yang dihasilkan lebih kecil, hal ini mungkin dikarenakan adanya bentuk model pelimpah yang tidak sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini. 1996, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Penerbit Citra Media, Surabaya
- Bos, M.G. 1978, *Discharge Measurement Structures*, Internal Institute For Land Reclamation And Improvement/ILRI, Netherlands
- Chow, V.T. 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Terjemahan E.V Nensi Rosalina, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Hifni, Moch. 1992, *Analisa Regresi*, Universitas Brawijaya Fakultas Teknik Malang
- Mawardi, Erman, Drs, Dipl.AIT, Memed, H.Moch, Ir,Dipl.HE,APU. 2002,

- Desain Hidraulik Bendung Tetap*, Alfabeta.
- Memed, H.Moch, Ir,Dipl.HE,APU. 2002, *Petunjuk Desain Hidraulis Tubuh Bendung dan Pelimpah Tipe Gergaji – MDG*, Universitas Jenderal Achmad Yani, Bandung
- Raju, Ranga, K.G. 1981, *Aliran Melalui Saluran Terbuka*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Soediby, Ir. 1993 , *Teknik Bendungan* , PT. Pradya Paramita, Jakarta
- Soewarno.1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 2*, Penerbit Nova, Bandung
- Sosrodarsono, Suyono. 1977, *Bendungan Type Urugan*, PT. Pradya Paramita, Jakarta
- Triatmodjo, Bambang. 1996, *Hidraulika I*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang. 1996, *Hidraulika II*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta
- Yuwono, N. 1995, *Hidrolika I* , PT.Hanindita, Yogyakarta