

PERILAKU HIDROLIS ALIRAN DIATAS AMBANG LEBAR DENGAN KEMIRINGAN HILIR 1:1

Risman ^{1*)}, Warsiti ¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275

*E-mail: risman@polines.ac.id

ABSTRAK

Pemodelan alat ukur debit ambang lebar ini diharapkan dapat memudahkan dalam pemahaman khususnya perilaku aliran yang mengalir melalui alat ukur debit ambang lebar. Mulai dari perilaku hidrolis, ketelitian pengukuran, dan pembuatan lengkung debitnya. Dari hasil penelitian ini didapatkan hubungan debit dengan tinggi muka air di hulu, tinggi muka air di hilir, muka air di atas ambang, dan kehilangan energi untuk pelimpah ambang lebar. Untuk pelimpah adalah pembuatan model alat ukur debit ambang lebar ini adalah dengan mengasumsikan bahwa bilangan Froude yang terjadi pada model sama dengan bilangan Froude yang terjadi pada kondisi di lapangan. Sehingga dengan demikian skala debit, waktu, kecepatan dan volume akan dapat mewakili kondisi sesungguhnya di lapangan dengan skala panjang lebar dan tinggi 1 : 100. Hasil yang diharapkan dari rancang bangun ini adalah berupa model uji alat ukur debit ambang lebar sebagai prototype yang perilaku hidrolisnya dapat diamati mahasiswa dengan pemahaman yang lebih mudah seperti kejadian sesungguhnya di lapangan. Metodologi yang digunakan adalah melakukan pengujian di laboratorium hidrolika dengan memvariasikan debit mulai dari $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, \dots, Q_n$, untuk mendapatkan variasi tinggi muka air di hulu dan di hilir pelimpah ambang lebar menghasilkan kehilangan energi yang relatif kecil dengan trend $Y = -1140,4x^2 + 0,6383x + 0,0077$ untuk pelimpah ambang lebar kemiringan hilir 1:1 dengan Y adalah kehilangan energi dalam meter dan X adalah debit dalam $m^3/detik$.

Kata kunci: Pelimpah, ambang lebar, kehilangan energi.

PENDAHULUAN

Berdasarkan pengalaman yang peneliti sudah lakukan dalam penyampaian materi kuliah khususnya materi yang berhubungan dengan alat ukur debit kalau hanya disampaikan dengan metode ceramah sebagian besar mahasiswa masih banyak yang belumbisa memahami karena mereka belum pernah melihat sendiri konstruksi bangunan yang sesungguhnya di lapangan.

Penelitian ini merupakan pemodelan perilaku hidrolis alat ukur ambang lebar dengan kemiringan hilir 1:1 diharapkan dapat memberikan gambaran dan pemahaman tentang bagaimana hubungan debit dengan tinggi

muka air di hulu, hilir dan tinggi muka air di atas ambang.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mendapatkan kurva lengkung debit yang merupakan hubungan antara tinggi muka air di hulu dengan besarnya debit dari model alat ukur debit ambang lebar dengan variasi kemiringan 1:1
- Mendapatkan kurva hubungan antara Debit dengan tinggi muka air di atas ambang.
- Membuktikan ketelitian pengukuran dari alat ukur debit ambang lebar dengan kemiringan hilir 1:1

Alat Ukur Ambang Lebar

Bangunan ukur ambang lebar dianjurkan karena bangunan ini kokoh dan mudah dibuat. Karena bisa mempunyai berbagai bentuk mercu, bangunan ini mudah disesuaikan dengan tipe saluran apa saja. Hubungan antara tinggi muka air hulu dan debit mempermudah pembacaan debit secara langsung dari papan duga, tanpa memerlukan tabel debit.

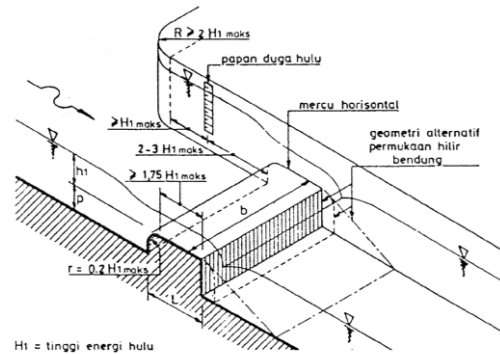
Alat ukur ambang lebar adalah bangunan aliran atas (*overflow*), untuk ini tinggi energi hulu lebih kecil dari panjang mercu. Karena pola aliran di atas alat ukur ambang lebar dapat ditangani dengan teori hidrolika yang sudah ada sekarang, maka bangunan ini bisa mempunyai bentuk yang berbeda-beda, sementara debitnya tetap serupa. Gambar 1 dan 2 memberikan contoh alat ukur ambang lebar.

Mulut pemasukan yang dibulatkan pada alat ukur Gambar 1, dipakai apabila konstruksi permukaan melengkung ini tidak menimbulkan masalah - masalah pelaksanaan, atau jika berakibat diperpendeknya panjang bangunan. Hal ini sering terjadi bila bangunan dibuat dari pasangan batu.

Tata letak pada Gambar 2 hanya menggunakan permukaan datar saja. ini merupakan tata letak paling ekonomis jika bangunan dibuat dari beton.

Gambar 1 memperlihatkan muka hilir vertikal bendung Gambar 2 menunjukkan peralihan pelebaran miring 1:6. Yang pertama di pakai jika tersedia kehilangan tinggi energi yang cukup di atas alat ukur. Peralihan pelebaran hanya digunakan jika energi kinetik di atas mercu dialihkan ke dalam energi potensial di sebelah hilir saluran. Oleh karena itu, kehilangan tinggi energi harus dibuat sekecil mungkin. Kalibrasi tinggi debit pada alat ukur ambang lebar

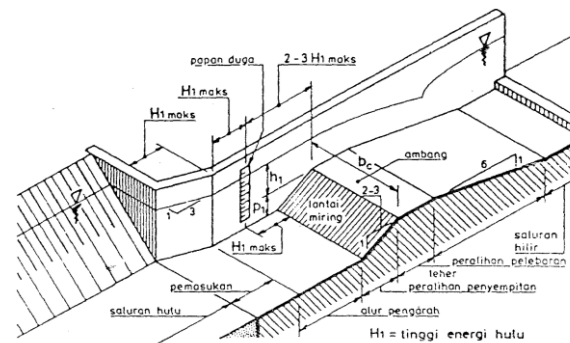
tidak dipengaruhi oleh bentuk peralihan pelebaran hilir.



Gambar 1. Alat ukur ambang lebar dengan mulut pemasukan yang dibulatkan

(Sumber: Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04)

Juga, penggunaan peralihan masuk bermuka bulat atau datar dan peralihan penyempitan tidak mempunyai pengaruh apa-apa terhadap kalibrasi. Permukaan - permukaan ini harus mengarahkan aliran ke atas mercu alat ukur tanpa kontraksi dan pemisahan aliran. Aliran diukur di atas mercu datar alat ukur horizontal.



Gambar 2. Alat ukur ambang lebar dengan pemasukan bermuka datar, dan peralihan penyempitan

(Sumber: Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04)

Perencanaan Hidrolis

Persamaan debit untuk alat ukur ambang lebar dengan bagian pengontrol segi empat adalah:

$$Q = C_d C_v \sqrt{2/3 g} b_c h_1^{1.50}$$

(Sumber :Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04)

dimana:

Q = debit m³/dt

Cd = koefisien debit

Cd adalah 0,93 + 0,10 H₁/L, untuk 0,1 <

H₁/L < 1.0

H₁ = adalah tinggi energi hulu, m

L = adalah panjang mercu, m

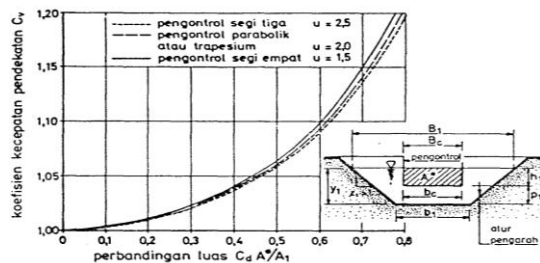
Cv. = koefisien kecepatan datang

g = percepatan gravitasi, m/dt²(=9,81)

bc = lebar mercu, m

h₁ = kedalaman air hulu terhadap ambang bangunan ukur, m

Harga koefisien kecepatan datang dapat dicari dari Gambar 3, yang memberikan harga - harga Cv untuk berbagai bentuk bagian pengontrol.



Gambar 3. Cv sebagai fungsi perbandingan Cd.A*/A1

(Sumber :Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04)

METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan beberapa tahapan yaitu:

a. Tahapan pendahuluan, dalam hal ini meliputi mempersiapkan bahan (material) yang akan dipergunakan

seperti pembuatan model alat ukur debit ambang lebar

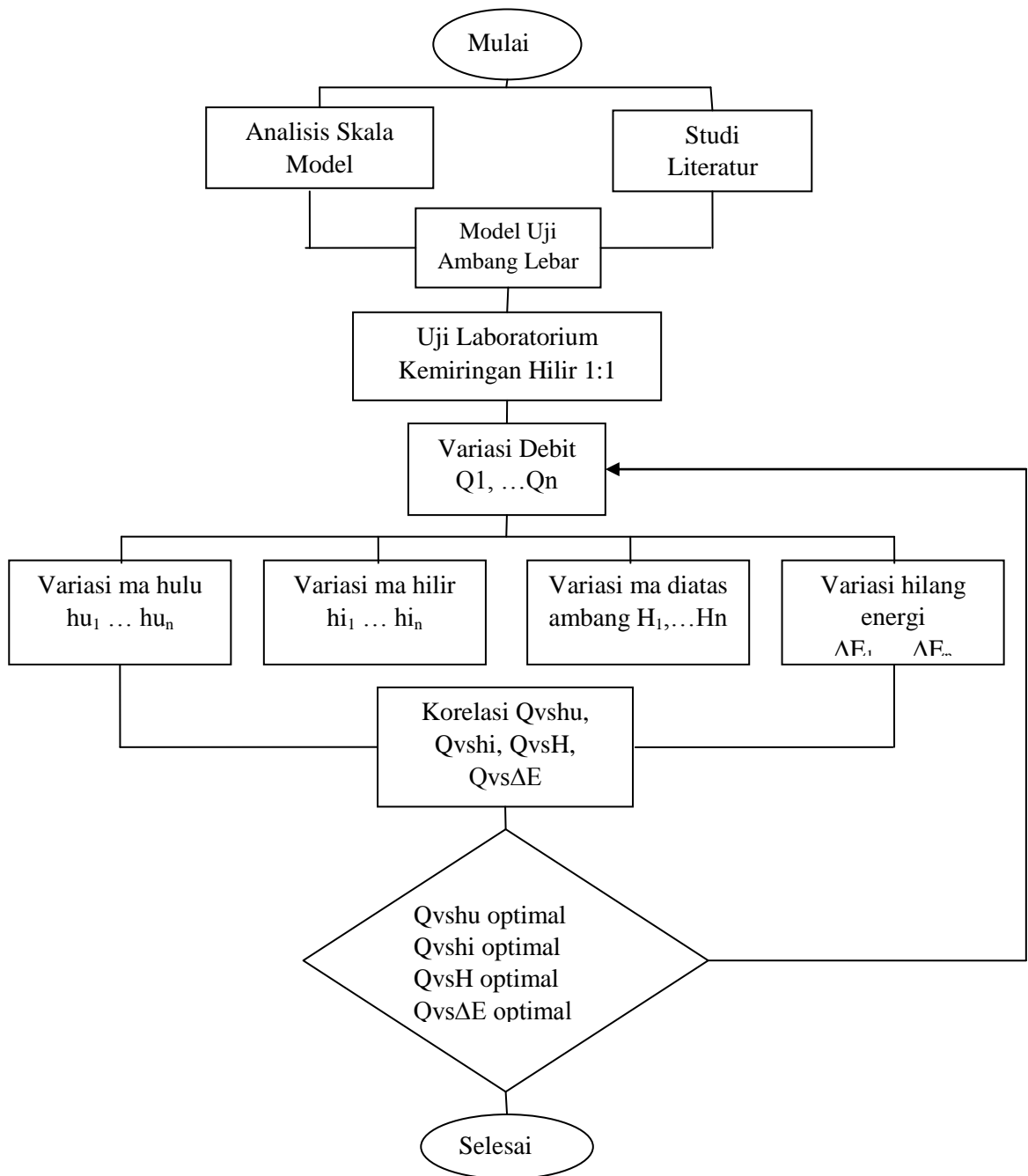
- b. Dilanjutkan studi literatur seperti mempelajari penelitian sejenis yang pernah dilakukan, teori - teori yang menunjang tentang bangunan pengukur debit, khususnya bangunan pengukur debit ambang lebar.
- c. Pembuatan model alat ukur debit ambang lebar ini adalah dengan melakukan analisis skala model dengan mengasumsikan bahwa dengan mengasumsikan bahwa bilangan Froude yang terjadi pada model sama dengan bilangan Froude yang terjadi pada prototype. Sehingga dengan demikian skala debit, waktu, kecepatan dan volume akan dapat mewakili kondisi sesungguhnya di lapangan dengan skala panjang lebar dan tinggi 1 : 100.
- d. Model uji ambang lebar dibuat kemiringan hilir ambang lebar yaitu dengan kemiringan 1 : 1
- e. Pengujian laboratorium dimulai dari menempatkan model uji alat ukur debit ambang lebar pada model saluran terbuka.
- f. Melakukan pengujian dengan memvariasikan debit mulai dari Q1, Q2, Q3, Q4, Qn, untuk mendapatkan variasi tinggi muka air di hulu, sehingga bisa didapatkan hubungan antara debit dengan tinggi muka air di hulu dari alat ukur debit ambang lebar.
- g. Mendapatkan hubungan darivariasi debit yang dialirkan melalui alat ukur debit ambang lebar terhadap kehilangan tinggi energi yang terjadi.

Tabel 1.
Matrik Data Ambang Lebar Untuk kemiringan hilir 1 : 1

No.	Tinggi muka air			Kecepatan		Tinggi Energi		Kehilangan	Debit
	Hulu	Di atas Ambang	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Energi	Aliran
1	hu1	H1	hi1	Vu1	Vi1	Eu1	Ei1	$\Delta E1$	Q1
2	hu2	H2	hi2	Vu2	Vi2	Eu2	Ei2	$\Delta E2$	Q2
3	hu3	H3	hi3	Vu3	Vi3	Eu3	Ei3	$\Delta E3$	Q3
4	hu4	H4	hi4	Vu4	Vi4	Eu4	Ei4	$\Delta E4$	Q4
5	hu5	H5	hi5	Vu5	Vi5	Eu5	Ei5	$\Delta E5$	Q5
6	hu6	H6	hi6	Vu6	Vi6	Eu6	Ei6	$\Delta E6$	Q6
7	hu7	H7	hi7	Vu7	Vi7	Eu7	Ei7	$\Delta E7$	Q7
8	hu8	H8	hi8	Vu8	Vi8	Eu8	Ei8	$\Delta E8$	Q8
9	hu9	H9	hi9	Vu9	Vi9	Eu9	Ei9	$\Delta E9$	Q9
10	hu10	H10	hi10	Vu10	Vi10	Eu10	Ei10	$\Delta E10$	Q10

Analisis Data, meliputi kompilasi data, membuat regresi hubungan antara debit dengan tinggi muka air hulu, hubungan debit dengan kehilangan tinggi energi dan Kesimpulan.

Untuk lebih jelas metode penelitian dapat dilihat dalam Gambar 4. Diagram alur penelitian.



Gambar 4. Diagram alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil

Dalam menganalisis data dilakukan tahapan - tahapan sebagai berikut:

1. Kompilasi data yaitu mengelompokkan data hasil

pengujian laboratorium ke dalam kelompok sesuai dengan tipe alat ukur debit yang digunakannya itu alat ukur debit ambang lebar dengan kemiringan hilir 1:1.

2. Dilanjutkan menentukan parameter tinggi muka air di hulu dan hilir, tinggi muka air di atas ambang,

- kecepatan aliran di hulu dan hilir, tinggi energi di hulu dan hilir dengan variasi debit yang berbeda untuk aliran melalui alat ukur debit ambang lebar dengan kemiringan hilir 1:1.
- Menentukan regresi hubungan antara tinggi muka air di hulu dengan debit untuk aliran melalui alat ukur debit ambang lebar dengan kemiringan hilir 1:1.
 - Menentukan regresi hubungan antara tinggi muka air di hilir dengan debit untuk aliran melalui alat ukur debit ambang lebar dengan kemiringan hilir 1:1.

- Menentukan regresi hubungan antara kehilangan energi dengan debit untuk aliran melalui alat ukur debit ambang lebar dengan kemiringan hilir 1:1.

Data Hasil Uji Laboratorium

Data hasil pengujian laboratorium berisikan tentang data pengukuran mengenai tinggi muka air di hulu dan hilir, tinggi muka air di atas ambang, tinggigeni di hulu dan hilir, dan debit untuk alat ukur debit ambang lebar. Untuk lebih jelasnya data hasil uji laboratorium disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2.

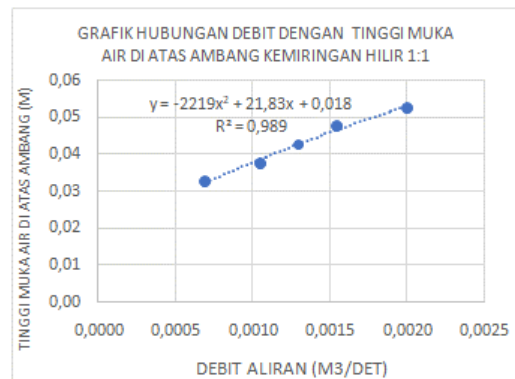
Data Uji Laboratorium Ambang Lebar dengan Kemiringan Hilir 1 : 1

AMBANG LEBAR KEMIRINGAN HILIR 1:1												
No.	Tinggi muka air			Kecepatan		Tinggi Energi		Kehilangan energi	lebar	Debit		
	Hulu	diatas ambang	hilir	hulu	hilir	hulu	hilir			Beban	Waktu	Debit
	(m)	(m)	(m)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	kg	detik	(m ³ /det)
1	0,1026	0,0526	0,0241	0,65	1,4	0,12413	0,124	0,004360856	0,075	30	15	0,002
2	0,0976	0,0476	0,0208	0,55	1,3	0,11302	0,10694	0,006081346	0,075	30	19,45	0,001542
3	0,0926	0,0426	0,0187	0,5	1,25	0,10534	0,09834	0,006700398	0,075	30	23,15	0,001296
4	0,0876	0,0376	0,0156	0,4	1,2	0,09575	0,08899	0,006860449	0,075	30	28,53	0,001052
5	0,0826	0,0326	0,0121	0,3	1,15	0,08719	0,07951	0,007681448	0,075	30	43,52	0,000689

Hubungan Tinggi Muka di atas Ambang dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar Kemiringan Hilir 1:1

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan muka air di atas ambang dengan debit pelimpah ambang lebar mempunyai kecenderungan bahwa dengan meningkatnya tinggi muka air di atas ambang akan diikuti dengan meningkatnya debit aliran melalui pelimpah ambang lebar. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran pelimpah ambang lebar sangat dipengaruhi oleh tinggi muka air di atas ambang. Grafik hubungan muka air di atas ambang dengan debit aliran lebih dikenal dengan sebutan Kurva Lengkung Debit. Besarnya peningkatan tinggi

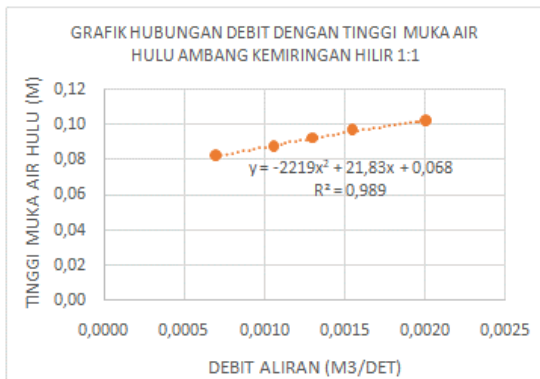
muka air di atas ambang begitu signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Grafik Hubungan Debit dengan Tinggi Muka Air di Atas Ambang Lebar Kemiringan Hilir 1 : 1

Hubungan Tinggi Muka Air Di Hulu Dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar Kemiringan Hilir 1:1

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan muka air di hulu dengan debit pelimpah ambang lebar mempunyai kecenderungan bahwa dengan meningkatnya tinggi muka air di hulu akan diikuti dengan meningkatnya debit aliran melalui pelimpah ambang lebar. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran pelimpah ambang lebar juga diikuti dengan perubahan tinggi muka air di hulu. Grafik hubungan muka air di hulu dengan debit aliran lebih dikenal dengan sebutan Kurva Lengkung Debit. Besarnya peningkatan tinggi muka air di hulu tidak begitu signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6 berikut :

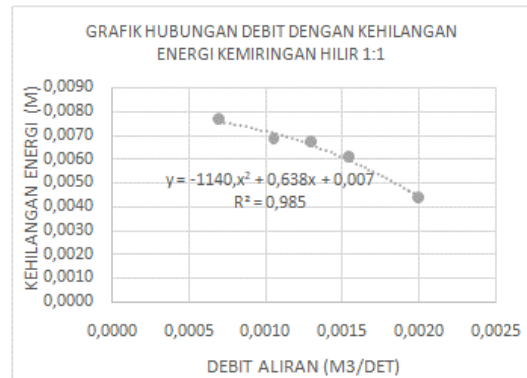


Gambar 6. Grafik Hubungan Debit dengan Tinggi Muka Air di Hulu Ambang Lebar Kemiringan Hilir 1:1

Hubungan Kehilangan Energi dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar Kemiringan Hilir 1:1

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan kehilangan energi dengan debit pelimpahan ambang lebar mempunyai kecenderungan bahwa dengan meningkatnya debit aliran akan diikuti dengan meningkatnya kehilangan energi pada pelimpah ambang lebar. Dengan

kata lain bahwa perubahan debit aliran pelimpah ambang lebar mempengaruhi besarnya kehilangan energi. Besarnya kehilangan energi begitu signifikan dipengaruhi oleh perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 7 berikut :



Gambar 7. Grafik Hubungan Debit dengan Kehilangan Energi Ambang Lebar Kemiringan Hilir 1 : 1

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Hubungan tinggi muka air di hulu dengan debit untuk mercu bulat dengan kemiringan hilir 1:1 mempunyai trend $Y = -2219 X^2 + 21,83 X + 0,068$ dengan variabel Y adalah tinggi muka air hulu dan X adalah debit.
2. Hubungan tinggi muka air di atas ambang dengan debit untuk mercu dengan kemiringan hilir 1:1 mempunyai trend $Y = -2219 X^2 + 21,83 X + 0,018$ dengan variabel Y adalah tinggi muka air di atas ambang dan X adalah debit.
3. Hubungan kehilangan tinggi energy dengan debit mercu bulat dengan kemiringan hilir 1:1 mempunyai trend $Y = -1140 X^2 + 0,638 X + 0,007$ dengan variabel Y

adalah kehilangan tinggi energi dan X adalah debit.

Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan hal - hal sebagai berikut:

1. Dalam menentukan tipe alat ukur debit pelimpah mercu bulat harus disesuaikan dengan tingkat kepekaan alat ukur debit.
2. Pemilihan tipe alat ukur debit mercu bulat tidak disarankan menggunakan radius kemiringan hilir tegak.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini tak lupa peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktur, Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian pada masyarakat (P3M), Kepala Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

Chow Ven Te. 1986. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.

Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Pengairan. 1980. *Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi*. Yogyakarta.

Gandakoesoema, R. 1986. *Irigasi*. Bandung: CV. Galang Persada.

Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04*. Jakarta

Raju, K.G. Ranga. 1986. *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.

Sosrodarsono, Suyono, dan Kensaku Takeda. 1987. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Sudjarwadi. 1987. *Dasar - Dasar Teknik Irigasi*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.

Tachyan, Endang Pipin. 1992. *Dasar - Dasar dan Praktek Irigasi*. Jakarta: Erlangga.