

KAJIAN ALIRAN MELALUI PELIMPAH AMBANG LEBAR DAN PELIMPAH AMBANG TIPIS

Risman¹⁾, Warsiti²⁾

^{1,2)}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. H. Sudarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275 Telp. (024) 7473417
Email : jwahana_tspolines@yahoo.com

Abstract

In order to be an effective management of irrigation water, the flow rate should be measured in the upstream primary channels, the branch line and the tapping tertiary buildings. However, to simplify the management of irrigation network have only a few building types that may be used in irrigation areas. This study is limited to measure rate of flow through the spillway sillwidth with a round shape and spillway sill lighthouse thin rectangular. The methodology used was tested in the laboratory by varying the flow hydraulics start of Q_1 , Q_2 , Q_3 , ..., Q_n , to get the water level variations in the upstream and the downstream in spillway is constan, which can be obtained with the relationship between the discharge water level in the upstream and downstream of the spillway. Besides, it was also found the relationship of the variation of the discharge flowed through the sill wide spillway and thin threshold to high energy lost occurs. From the results of this research, the relationship with the discharge water level in the upstream, downstream water level, water level above the threshold, and the threshold energy loss for the overflow width spillway and thin sill have a similar trend. To spillway width threshold produces less energy loss than the spillway sill thin with trend $Y = - 405,6 X^2 - 11,99 X - 0,001$ for sill width spillway and $Y = 1,183 X^{0,552}$ for the overflow thin threshold with Y is the loss energy in meters and X in discharge in m^3/s .

Kata kunci : overflow, width threshold, thin threshold, lose energy, flow rate

PENDAHULUAN

Perencanaan bangunan bergantung pada keadaan setempat, yang umumnya berbeda-beda dari satu daerah ke daerah yang lain. Hal ini menuntut suatu pendekatan yang luwes. Akan tetapi, ada beberapa aturan dan cara pemecahannya secara terinci. Bilamana perlu, diberikan referensi mengenai metode dan bahan konstruksi alternatif. Penggunaan bangunan dikelompokkan sesuai dengan tingkat kemanfaatan bangunan. Di sini diberikan rekomendasi pemakaian tipe-

tipe bangunan yang lebih disukai. Rekomendasi tersebut didasarkan pada:

- (1) kesesuaian dengan fungsi yang dibebankan kepada bangunan,
- (2) mudahnya perencanaan dan pelaksanaan,
- (3) mudahnya eksploitasi dan pemeliharaan,
- (4) biaya konstruksi dan pemeliharaan,
- (5) terbiasanya petugas eksploitasi dengan tipe bangunan tersebut.

Agar pengelolaan air irigasi menjadi efektif, maka debit harus diukur

(diatur) pada hulu saluran primer, pada cabang saluran dan pada bangunan sadap tersier. Berbagai macam bangunan dan peralatan telah dikembangkan untuk maksud ini. Namun demikian untuk menyederhanakan pengelolaan jaringan irigasi hanya beberapa jenis bangunan saja yang boleh digunakan di daerah irigasi. Bangunan-bangunan yang dianjurkan untuk dipakai harus memenuhi beberapa kriteria. Kriteria yang dimaksud adalah :

- a. kecocokan bangunan untuk keperluan pengukuran debit
- b. ketelitian pengukuran di lapangan
- c. bangunan yang kokoh, sederhana dan ekonomis
- d. rumus debit sederhana dan teliti
- e. eksploitasi dan pembacaan papan duga mudah
- f. pemeliharaan sederhana dan murah
- g. cocok dengan kondisi setempat dan dapat diterima oleh para petani.

Beberapa rumusan masalah terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bahwa dalam penggunaan bangunan pengatur atau pengukur debit harus disesuaikan dengan kriteria bangunan pengatur atau pengukur debit.
- b. Memilih alternatif terbaik jenis bangunan pengatur atau pengukur debit yang sesuai dengan kriteria tetapi memberikan atau menghasilkan debit yang maksimal dengan kehilangan tinggi tekanan yang seminimal mungkin.
- c. Memilih alternatif terbaik jenis bangunan pengatur atau pengukur

debit yang memberikan peredaman energi semaksimal mungkin.

Pembatasan masalah meliputi perilaku debit aliran melalui pelimpah ambang lebar dengan bentuk mercu bulat dan pelimpah ambang tipis bentuk empat persegi panjang.

TINJAUAN PUSTAKA

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.

Tipe Alat Ukur Ambang lebar

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 pemasangan 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 dipakai 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.

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

Perencanaan Hidrolis

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

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

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

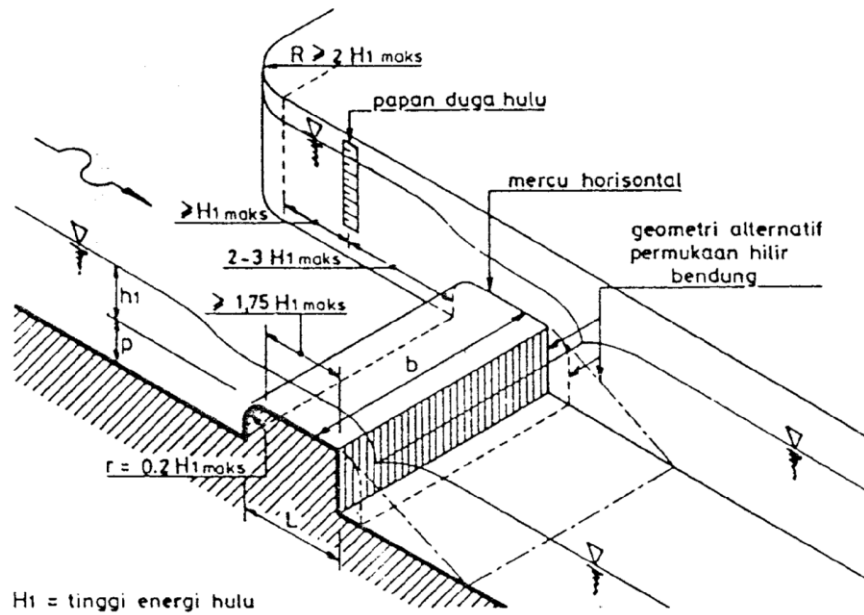
Cv. = koefisien kecepatan datang

g = percepatan gravitasi, m/dt² (= 9,8)

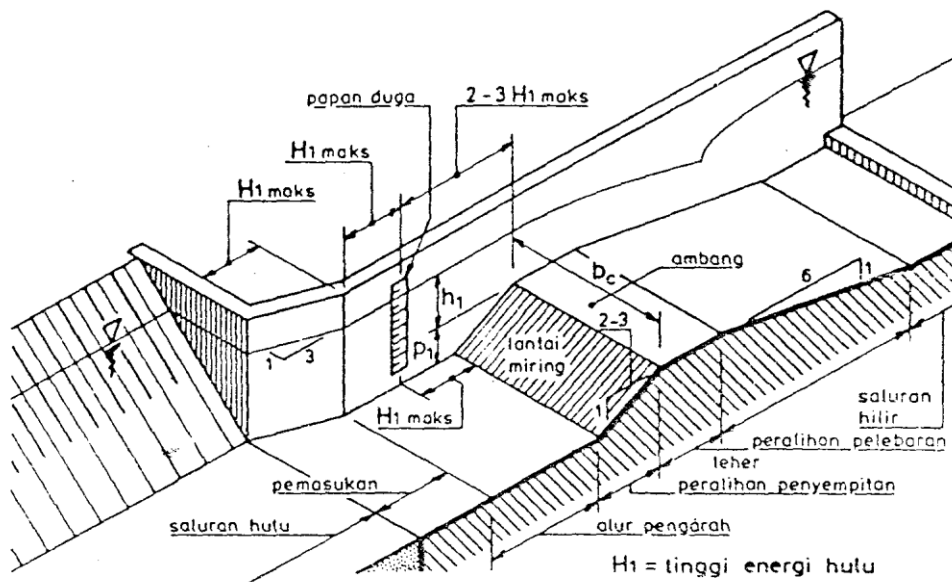
bc = lebar mercu, m

h₁ = kedalaman air hulu terhadap ambang bangunan ukur, m.

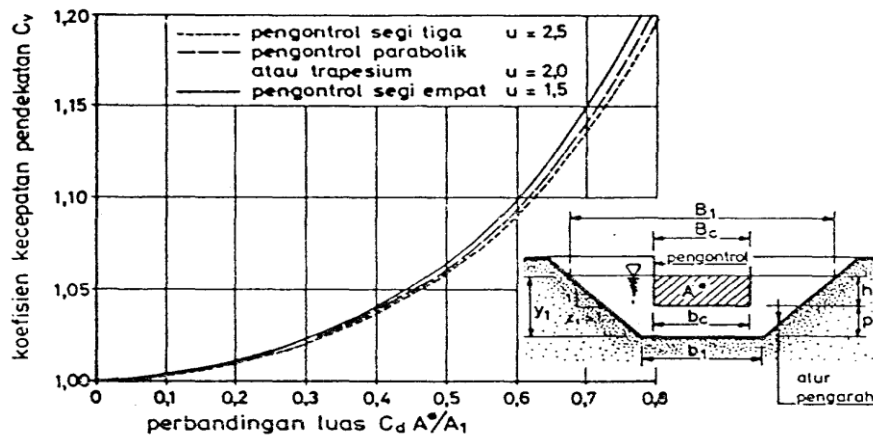
Harga koefisien kecepatan datang dapat dicari dari Gambar 3, yang memberikan harga-harga Cv untuk berbagai bentuk bagian pengontrol.



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



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



Gambar 3. C_v sebagai fungsi perbandingan $C_d.A^*/A_1$

Persamaan debit alat ukur ambang lebar bentuk trapesium adalah :

$$Q = C_d \{b_c y_c + m_c^2\} \{2g (H_1 - y_c)\}^{0.5}$$

di mana :

b_c = lebar mercu pada bagian pengontrol, m

y_c = kedalaman air pada bagian pengontrol, m

m = kemiringan samping pada bagian pengontrol (1:m)

Alat Ukur Ambang Tipis

Dikatakan alat ukur ambang tipis yaitu apabila tebal ambang t kurang dari 0,5 tinggi muka air di atas ambang h . Alat ukur pelimpah ambang tipis berdasarkan bentuknya dapat dibedakan menjadi sebagai berikut :

- Pelimpah segiempat yaitu apabila aliran airnya berbentuk segiempat
- Pelimpah segitiga yaitu apabila aliran airnya berbentuk segitiga
- Pelimpah trapesium yaitu apabila aliran airnya berbentuk trapesium.

Pelimpah ambang tipis bentuk segiempat dengan lebar ambang b , tinggi muka air di atas ambang H , dan

kecepatan aliran di atas ambang adalah V . Diambil pias horizontal setebal dh pada kedalaman h dari muka air.

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

Pada gambar 6 menunjukkan pelimpah ambang tipis bentuk segitiga dengan sudut pelimpahnya = α . Lebar muka air $B = 2.H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.

$$Q = \frac{8}{15} \cdot \mu \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

Pelimpah ambang tipis bentuk trapesium merupakan gabungan dari bentuk segiempat dan segitiga. dengan demikian debit aliran melalui pelimpah trapesium adalah jumlah dari debit melalui pelimpah segiempat dan pelimpah segitiga.

Pelimpah bentuk segiempat ;

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

Pelimpah bentuk segitiga :

$$Q = \frac{8}{15} \cdot \mu \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

Pelimpah bentuk trapesium :

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} + \frac{8}{15} \cdot \mu \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan beberapa tahapan yaitu:

- a. Studi literatur seperti mempelajari penelitian sejenis yang pernah dilakukan, teori-teori yang menunjang tentang bangunan pengatur dan pengukur debit, khususnya bangunan pengatur dan pengukur debit pelimpah ambang lebar dan ambang tipis.
- b. Pengujian laboratorium dimulai dari mempersiapkan bahan model uji pelimpah ambang lebar dan ambang tipis beserta model saluran terbuka berupa flume.
- c. Melakukan pengujian dengan memvariasikan debit mulai dari Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_n , untuk mendapatkan variasi tinggi muka air di hulu dan di hilir pelimpah yang telah ditetapkan, sehingga bisa didapatkan hubungan antara debit dengan tinggi muka air di hulu dan di hilir pelimpah.
- d. Mendapatkan hubungan dari variasi debit yang dialirkan melalui pelimpah ambang lebar maupun ambang tipis terhadap kehilangan tinggi energi yang terjadi.
- e. Analisis Data, meliputi kompilasi data, membuat regresi hubungan antara debit dengan tinggi muka air hulu, hubungan debit dengan tinggi muka air hilir, hubungan debit dengan kehilangan tinggi energi.
- f. Kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian laboratorium berisikan tentang data pengukuran

mengenai tinggi muka air di hulu dan hilir, tinggi muka air di atas ambang, tinggi energi di hulu dan hilir, dan debit untuk pelimpah ambang lebar dan pelimpah ambang tipis. Untuk lebih jelasnya data hasil uji laboratorium disajikan dalam tabel 1 dan tabel 2.

Dari hasil penelitian ini dapat dijabarkan hal-hal berikut:

1. 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 8.

2. Meningkatnya tinggi muka air di hilir 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 hilir. Grafik hubungan muka air di hilir dengan debit aliran lebih dikenal dengan sebutan Kurva Lengkung Debit. Besarnya peningkatan tinggi muka air di hilir tidak signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9.

3. 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 signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 10.

4. 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. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 11.

5. Meningkatnya debit aliran melalui pelimpah ambang tipis. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran pelimpah ambang tipis 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 signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 12.

6. Meningkatnya tinggi muka air di hilir akan diikuti dengan meningkatnya debit aliran melalui pelimpah ambang

tipis. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran pelimpah ambang tipis juga diikuti dengan perubahan tinggi muka air di hilir. Grafik hubungan muka air di hilir dengan debit aliran lebih dikenal dengan sebutan Kurva Lengkung Debit. Besarnya peningkatan tinggi muka air di hilir tidak signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 13.

7. Meningkatnya tinggi muka air di atas ambang akan diikuti dengan meningkatnya debit aliran melalui pelimpah ambang tipis. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran pelimpah ambang tipis 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 14.

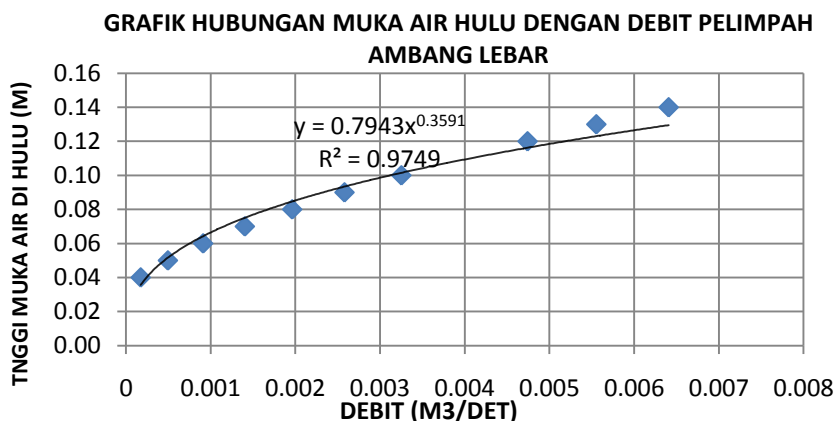
8. Meningkatnya debit aliran akan diikuti dengan meningkatnya kehilangan energi pada pelimpah ambang tipis. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran pelimpah ambang tipis mempengaruhi besarnya kehilangan energi. Besarnya kehilangan energi signifikan dipengaruhi oleh perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 15.

Tabel 1, Data Hasil Uji Laboratorium Pelimpah Ambang Lebar

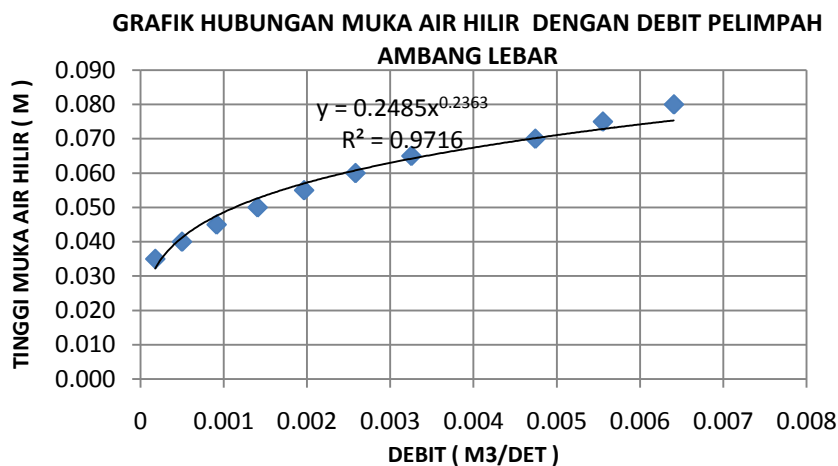
No.	Tinggi muka air			Kecepatan		Tinggi Energi		Hilang Energi	Lebar	Debit
	diatas			hulu	hilir	hulu	hilir			
	Hulu	ambang	Hilir							
(m)	(m)	(m)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/det)	
1	0.14	0.11	0.08	0.10	0.20	0.14051	0.08204	0.05847	0.10	0.00641
2	0.13	0.10	0.08	0.15	0.25	0.13115	0.07819	0.05296	0.10	0.00555
3	0.12	0.09	0.07	0.20	0.30	0.12204	0.07459	0.04745	0.10	0.00474
4	0.10	0.07	0.07	0.25	0.35	0.10319	0.07124	0.03194	0.10	0.00325
5	0.09	0.06	0.06	0.30	0.40	0.09459	0.06815	0.02643	0.10	0.00258
6	0.08	0.05	0.06	0.35	0.45	0.08624	0.06532	0.02092	0.10	0.00196
7	0.07	0.04	0.05	0.40	0.50	0.07815	0.06274	0.01541	0.10	0.00140
8	0.06	0.03	0.05	0.45	0.55	0.07032	0.06042	0.00990	0.10	0.00091
9	0.05	0.02	0.04	0.50	0.60	0.06274	0.05835	0.00439	0.10	0.00050
10	0.04	0.01	0.04	0.55	0.63	0.05542	0.05523	0.00019	0.10	0.00018

Tabel 2 Data Hasil Uji Laboratorium Pelimpah Ambang Tipis

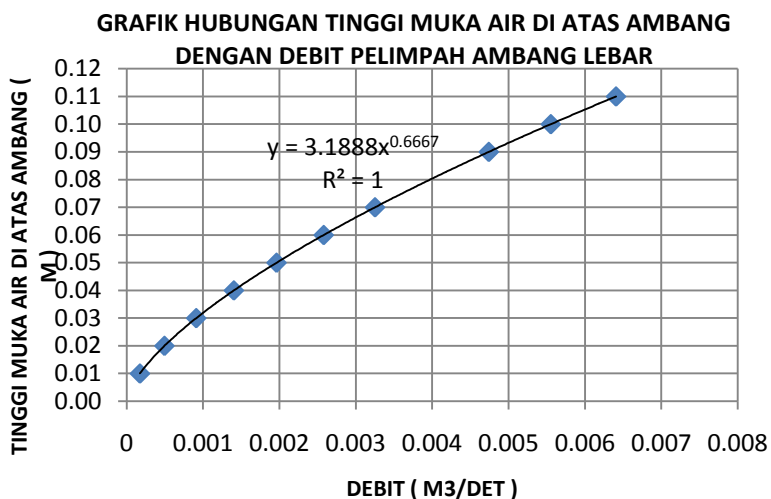
No.	Tinggi muka air			Kecepatan		Tinggi Energi		Hilang Energi	Lebar	Debit
	diatas			hulu	hilir	hulu	hilir			
	Hulu	ambang	Hilir							
(m)	(m)	(m)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/det)	
1	0.14	0.09	0.08	0.10	0.20	0.14051	0.08204	0.05847	0.10	0.00395
2	0.13	0.08	0.08	0.15	0.25	0.13115	0.07819	0.05296	0.10	0.00331
3	0.12	0.07	0.07	0.20	0.30	0.12204	0.07459	0.04745	0.10	0.00271
4	0.10	0.05	0.07	0.25	0.35	0.10319	0.07124	0.03194	0.10	0.00163
5	0.09	0.04	0.06	0.30	0.40	0.09459	0.06815	0.02643	0.10	0.00117
6	0.08	0.03	0.06	0.35	0.45	0.08624	0.06532	0.02092	0.10	0.00076
7	0.07	0.02	0.05	0.40	0.50	0.07815	0.06274	0.01541	0.10	0.00041
8	0.06	0.01	0.05	0.45	0.55	0.07032	0.06042	0.00990	0.10	0.00015



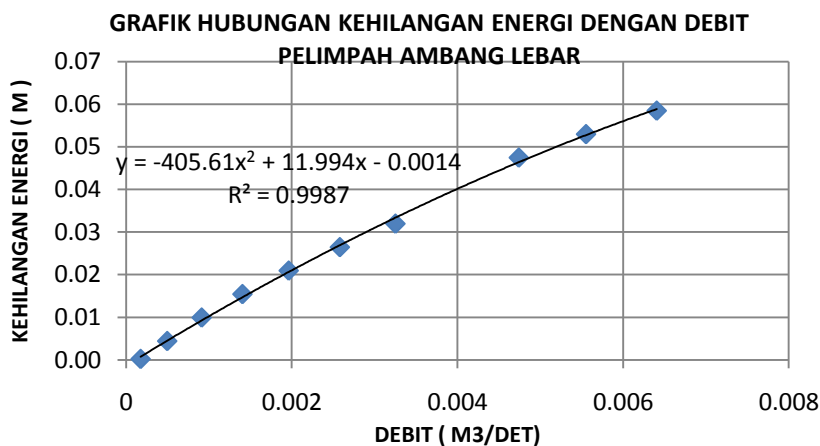
Gambar 8. Grafik Hubungan Muka Air Hulu dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar



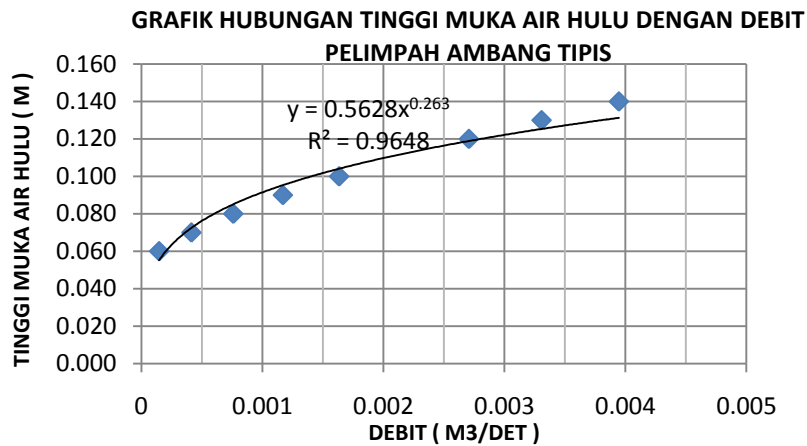
Gambar 9. Grafik Hubungan Muka Air Hilir dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar



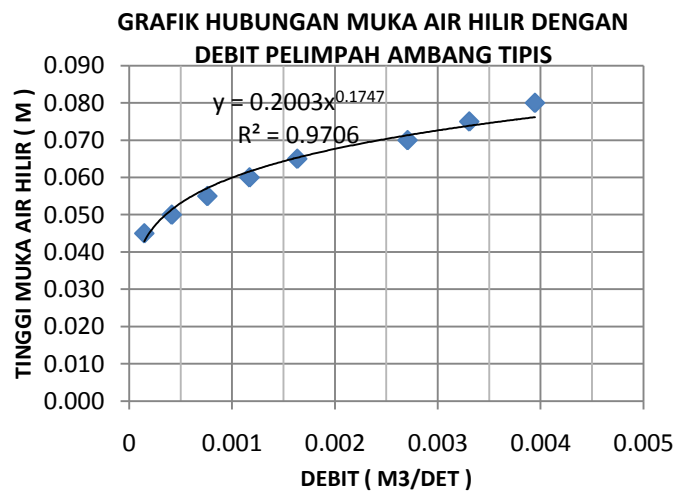
Gambar 10. Grafik Hubungan Muka Air di atas Ambang dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar



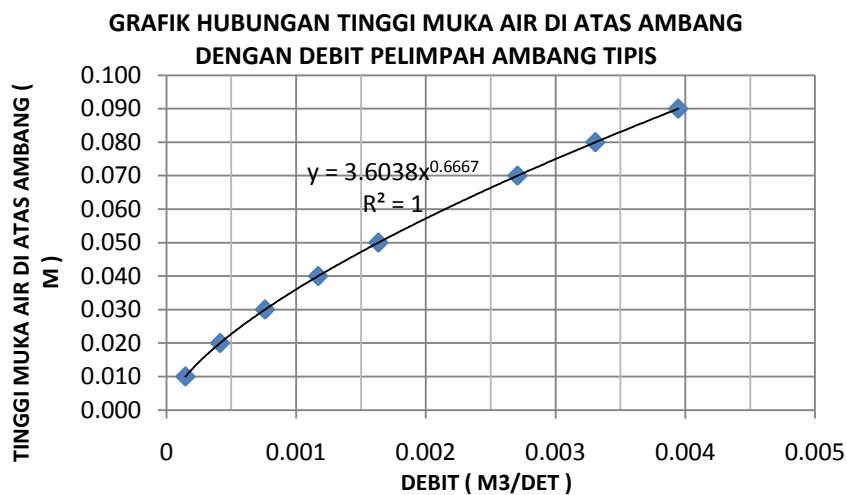
Gambar 11. Grafik Hubungan Kehilangan Energi dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar



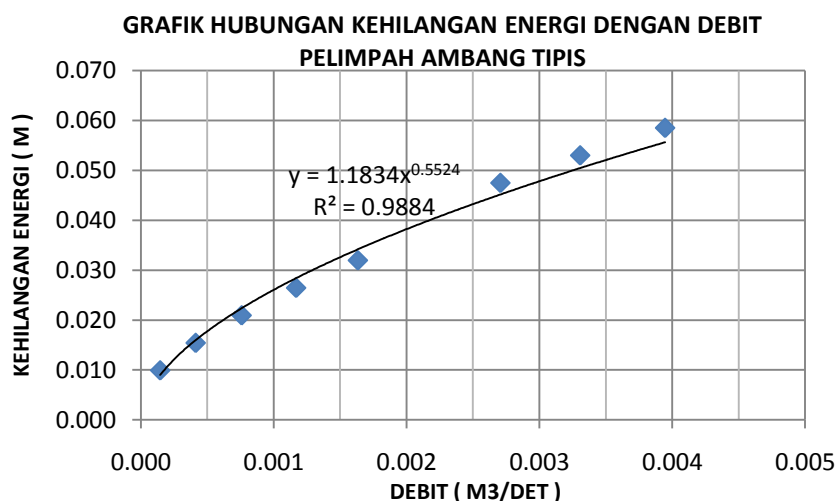
Gambar 12. Grafik Hubungan Muka Air Hulu dengan Debit Pelimpah Ambang Tipis



Gambar 13. Grafik Hubungan Muka Air Hilir dengan Debit Pelimpah Ambang Tipis



Gambar 14. Grafik Hubungan Muka Air di atas Ambang dengan Debit Pelimpah Ambang Tipis



Gambar 15 Grafik Hubungan Kehilangan Energi dengan Debit Pelimpah Ambang Tipis

SIMPULAN

Dari hasil Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hubungan tinggi muka air di hulu dengan debit untuk pelimpah ambang lebar maupun ambang tipis mempunyai kecenderungan yang mirip, akan tetapi untuk kemiringan garis trendline pelimpah ambang tipis lebih landai. Hubungan tinggi muka air di hilir dengan debit untuk pelimpah ambang lebar maupun ambang tipis mempunyai kecenderungan yang mirip, akan tetapi untuk kemiringan garis trendline pelimpah ambang lebar lebih curam. Hubungan tinggi muka air di atas ambang dengan debit untuk pelimpah ambang lebar maupun ambang tipis mempunyai kecenderungan yang mirip akan tetapi untuk kemiringan garis trendline pelimpah ambang lebar lebih curam. Hal ini menunjukkan bahwa pelimpah ambang lebar mempunyai kepekaan yang lebih tinggi dibandingkan

pelimpah ambang tipis terhadap perubahan debit. Hubungan kehilangan energi dengan debit untuk pelimpah ambang lebar maupun ambang tipis mempunyai kecenderungan yang hamper sama, akan tetapi untuk kemiringan garis trendline pelimpah ambang lebar lebih landai. Hal ini menunjukkan bahwa pelimpah ambang lebar memberikan kehilangan energi yang lebih kecil dibandingkan pelimpah ambang tipis terhadap perubahan debit. Pelimpah ambang lebar maupun ambang tipis dapat digunakan sebagai alat ukur debit dengan tingkat kepekaan yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

- Endang Pipin Tachyan, Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi, Jakarta : Erlangga, 1992
- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Pengairan, Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi, Yogyakarta, 1980.
- Gandakoesoema, R, Irigasi. Bandung : CV. Galang Persada, 1986.
- Raju, K.G. Ranga. Aliran Melalui Saluran Terbuka. Jakarta : Erlangga. 1986.
- Sosrodarsono, Suyono, dan Kensaku Takeda, Hidrologi untuk Pengairan, Jakarta : PT. Pradnya Paramita. 1987.
- Sudjarwadi, Dasar-Dasar Teknik Irigasi, Yogyakarta : Biro Penerbit KMTS FT UGM. 1987.
- Triatmodjo, Bambang, Soal Penyelesaian Hidrolika II, Yogyakarta : Beta Offset. 1993.
- Chow Ven Te, Hidrolika Saluran Terbuka. Jakarta : Erlangga. 1986.