

KAJIAN PERILAKU DEBIT ALAT UKUR AMBANG LEBAR TERHADAP PROFIL ALIRAN

Risman¹⁾, Warsiti¹⁾, Mawardi¹⁾, Martono¹⁾, Liliek Satriyadi¹⁾
¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Soedarto, SH. Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275
Email : rismansipil@yahoo.com , martonoton17@gmail.com

ABSTRAK

Kajian ini dilakukan di laboratorium hidrolika dengan menggunakan skala model alat ukur debit ambang lebar yaitu 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. Metodologi yang digunakan adalah melakukan pengujian di laboratorium hidrolika dengan memvariasikan debit mulai dari Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_n , untuk mendapatkan variasi tinggi muka air di atas mercu, di hulu dan di hilir mercu pelimpah ambang lebar, sehingga akan didapatkan hubungan antara debit aliran dengan tinggi muka air di atas mercu, di hulu dan di hilir mercu pelimpah ambang lebar. Dari hasil penelitian ini didapatkan hubungan debit dengan tinggi muka air di hulu dengan persamaan $Y=0,88X^{0,359}$, hubungan debit dengan tinggi muka air di hilir dengan persamaan $Y=0,266X^{0,236}$, hubungan debit dengan muka air di atas ambang lebar dengan persamaan $Y=3,863X^{0,666}$, dengan Y adalah debit aliran pelimpah ambang lebar dalam $m^3/detik$ dan X adalah tinggi muka air dalam m .

Kata Kunci: Pelimpah Ambang Lebar, Debit

PENDAHULUAN

Dalam jaringan irigasi teknis, banyaknya debit air yang mengalir kedalam saluran harus dapat diukur dengan seksama agar pembagian air dapat dilaksanakan sebaik baiknya sesuai dengan kebutuhan air tanaman selama pengolahan tanah, pembibitan, pertumbuhan, dan saat pemasakan buah. (Endang Pipin Tachyan, 1992 : 67).

Bangunan ukur debit yang biasa digunakan pada umumnya adalah berupa bangunan pelimpah dengan ambang lebar ataupun ambang tajam. (Sudjarwadi, 1987 : 56).

Bangunan ukur biasanya difungsikan pula sebagai bangunan pengontrol. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan taraf muka air

yang direncanakan dan untuk mengalirkan air dengan debit tertentu sesuai kebutuhan. (K.G Ranga Raju, 1986 : 46).

Pengaliran pada bangunan pengontrol dilakukan dengan cara melalui atas bangunan (melimpah / *overflow*) atau melalui bawah pintu / celah. Kondisi hidrolik ini dimanfaatkan dalam desain dan perancangan pintu air, yang semuanya didasarkan pada sifat aliran sempurna. Jika ternyata aliran yang terjadi bukan aliran sempurna, maka dalam aplikasinya dalam menentukan besaran debit aliran pintu air tersebut harus diberi tabel koreksinya. (Gandakoesoema, R, 1986 : 102).

Dalam pelaksanaan pembuatan bangunan ukur pada jaringan irigasi disarankan menggunakan dua jenis

bangunan ukur saja untuk mempermudah dalam eksploitasi dan pemeliharaannya.

Khusus pada bangunan bagi disarankan untuk menggunakan kombinasi dua bangunan ukur yaitu bangunan pintu sorong dan ambang lebar yang dimaksudkan untuk mendapatkan taraf muka air tertentu yang direncanakan dan untuk mengalirkan debit aliran dengan besaran tertentu. (Ven Te Chow, 1986 : 102).

Bangunan ukur ambang lebar disamping mudah dalam pelaksanaannya bangunan ini juga sangat kokoh. Hubungan debit dengan tinggi muka air di hulu dan di atas ambang, akan mempermudah pembacaan debit secara langsung dari papan duga (*peil scale*) tanpa menggunakan tabel-tabel debit.

Kajian ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan debit aliran melalui ambang lebar terhadap profil aliran yang berupa tinggi muka air di hulu, di atas ambang dan di hilir pelimpah ambang lebar.

TINJAUAN PUSTAKA

Alat Ukur Ambang Lebar

Bangunan ukur debit 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 di hulu dan debit mempermudah pembacaan debit secara langsung dari papan duga, tanpa memerlukan tabel debit.

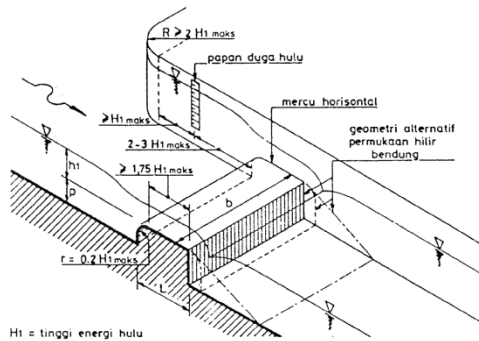
Tipe

Alat ukur debit 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, serentara debitnya tetap. Gambar 1 dan Gambar 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.

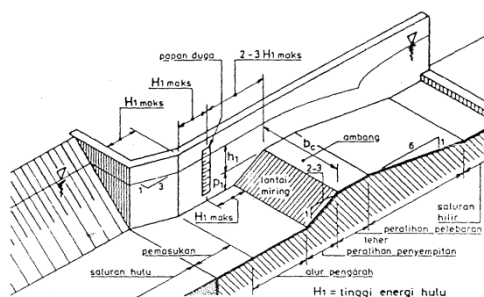
Tata letak pada Gambar 2 hanya menggunakan permukaan datar saja. ini merupakan tata letak paling ekonomis jika bangunan dibuat dari beton.

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. (Pedoman dan Kriteria Perencanaan Irigasi, 1980 : 64).



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

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 horisontal. (Pedoman dan Kriteria Perencanaan Irigasi, 1980 : 68)



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

Perencanaan Hidrolis

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

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

dimana :

Q = debit m^3/dt

C_d = koefisien debit

$C_d = 0,93 + 0,10 H1/L,$

untuk $0,1 < H1/L < 1.0$

$H1$ = adalah tinggi energi hulu, m

L = adalah panjang mercu, m

C_v = koefisien kecepatan datang

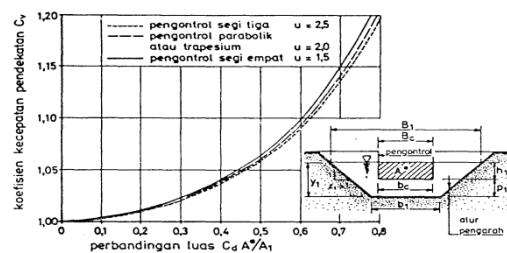
g = percepatan gravitasi, m/dt^2

(= 9,81)

b_c = 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 C_v untuk berbagai bentuk bagian pengontrol. (Pedoman dan Kriteria Perencanaan Irigasi, 1980 : 74).



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

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: a) Mendapatkan kurva lengkung debit yang merupakan hubungan antara tinggi muka air di hulu dengan besarnya debit dari model alat ukur debit ambang lebar. b) Mendapatkan kurva hubungan antara Debit dengan tinggi muka air di atas ambang. c) Membuktikan ketelitian pengukuran dari alat ukur debit ambang lebar dengan menggunakan pemodelan. d) Membuktikan kepekaan pengukuran debit dari alat ukur debit ambang lebar dengan menggunakan pemodelan. e) Mendapatkan

hubungan debit terhadap profil muka air aliran alat ukur debit pelimpah ambang lebar.

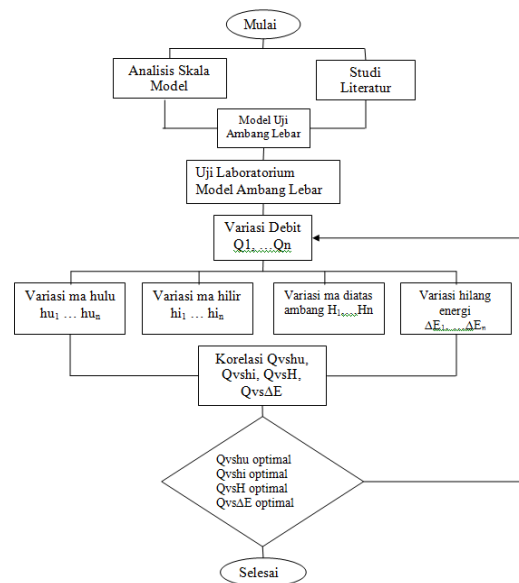
METODE PENELITIAN

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 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) Pengujian laboratorium dimulai dari menempatkan model uji alat ukur debit ambang lebar pada model saluran terbuka. e) 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. f) Mendapatkan hubungan dari variasi debit yang dialirkan melalui alat ukur debit ambang lebar terhadap kehilangan tinggi energi yang terjadi.

Tabel 1. Matrik Data Ambang Lebar

No	Tinggi muka air		Kecepatan		Tinggi Energi		Kehilangan Energi	Debit Aliran	
	Hulu	Di atas ambang Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir			
1	hu1	H1	hi1	Vu1	Vi1	Eu1	Ei1	ΔE1	Q1
2	hu2	H2	hi2	Vu2	Vi2	Eu2	Ei2	ΔE2	Q2
3	hu3	H3	hi3	Vu3	Vi3	Eu3	Ei3	ΔE3	Q3
4	hu4	H4	hi4	Vu4	Vi4	Eu4	Ei4	ΔE4	Q4
5	hu5	H5	hi5	Vu5	Vi5	Eu5	Ei5	ΔE5	Q5
6	hu6	H6	hi6	Vu6	Vi6	Eu6	Ei6	ΔE6	Q6
7	hu7	H7	hi7	Vu7	Vi7	Eu7	Ei7	ΔE7	Q7
8	hu8	H8	hi8	Vu8	Vi8	Eu8	Ei8	ΔE8	Q8
9	hu9	H9	hi9	Vu9	Vi9	Eu9	Ei9	ΔE9	Q9
10	hu10	H10	hi10	Vu10	Vi10	Eu10	Ei10	ΔE10	Q10

g) Analisis Data, meliputi kompilasi data, membuat regresi hubungan antara debit dengan tinggi muka air hulu, hubungan debit dengan kehilangan tinggi energi. h) Kesimpulan. Untuk lebih jelas metode penelitian dapat dilihat dalam Gambar 4. Diagram alur penelitian.



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

Analisis Hasil

Dalam menganalisis data dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut : a) Mengelompokkan data hasil pengukuran di laboratorium sesuai dengan parameter ukur seperti tinggi muka air di hulu, tinggi muka air di atas mercu, tinggi muka air di

hilir, kecepatan aliran, tinggi energi di hulu dan dihilir serta debit aliran ke dalam suatu bentuk tabel. b) Bentuk tabel seperti pada *point* 1 dibuat untuk beberapa macam variasi debit ($Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$). c) Menentukan hubungan regresi yang paling tepat untuk grafik hubungan debit dengan tinggi muka air di hulu ambang lebar. d) Menentukan regresi hubungan antara tinggi muka air di hilir dengan debit untuk aliran melalui alat ukur debit ambang lebar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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, tinggi energi di hulu dan hilir, dan debit untuk alat ukur debit ambang lebar. Untuk lebih jelasnya data hasil uji laboratorium disajikan dalam Tabel 2.

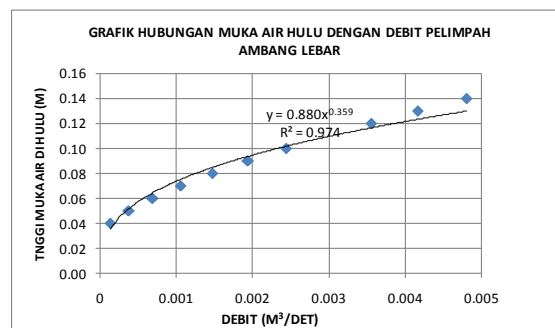
Tabel 2. Data hasil uji laboratorium pelimpah ambang lebar

AMBANG LEBAR										
No	Tinggi muka air			Kecepatan		Tinggi Energi		Hilang Energi	lebar	Debit
	Hulu	diatas ambang	hilir	hulu	hilir	hulu	hilir			
	(m)	(m)	(m)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /det)
1	0.14	0.11	0.08	0.1	0.2	0.140509684	0.082038736	0.058470948	0.075	0.004805149
2	0.13	0.1	0.075	0.15	0.25	0.131146789	0.078185525	0.052961264	0.075	0.004165027
3	0.12	0.09	0.07	0.2	0.3	0.122038736	0.074587156	0.04745158	0.075	0.003556162
4	0.1	0.07	0.065	0.25	0.35	0.103185525	0.071243629	0.031941896	0.075	0.002439298
5	0.09	0.06	0.06	0.3	0.4	0.094587156	0.068154944	0.026432212	0.075	0.00193573
6	0.08	0.05	0.055	0.35	0.45	0.086243629	0.065321101	0.020922528	0.075	0.001472559
7	0.07	0.04	0.05	0.4	0.5	0.078154944	0.0627421	0.015412844	0.075	0.001053678
8	0.06	0.03	0.045	0.45	0.55	0.070321101	0.060417941	0.00990316	0.075	0.000684384
9	0.05	0.02	0.04	0.5	0.6	0.0627421	0.058348624	0.004393476	0.075	0.000372531
10	0.04	0.01	0.035	0.55	0.63	0.055417941	0.055229358	0.000188583	0.075	0.00013171

Hubungan Tinggi Muka Air di Hulu dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar

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

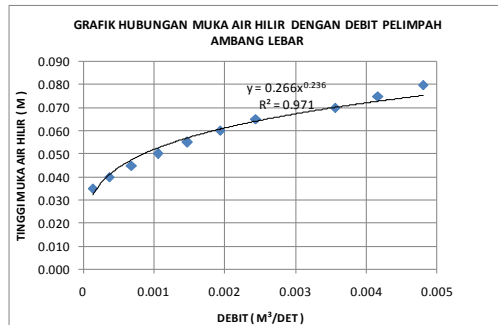
Lengkung Debit. Besarnya peningkatan tinggi muka air di hulu tidak begitu signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Muka Air Hulu Dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar

Hubungan Tinggi Muka Air di Hilir dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan muka air di hilir dengan debit pelimpah ambang lebar mempunyai kecenderungan bahwa dengan 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 begitu signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 6.

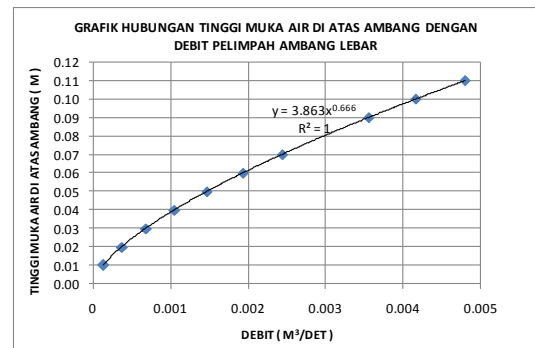


Gambar 6. Grafik Hubungan Muka Air Hilir dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar

Hubungan Tinggi Muka Air di Atas Ambang dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar

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

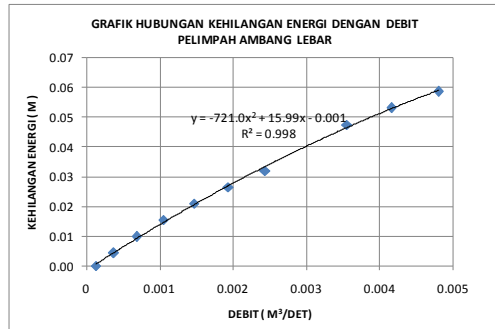
dengan meningkatnya debit aliran melalui pelimpah ambang lebar. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran pelimpah ambang lebar sangat dipengaruhi oleh tinggi muka air di atas ambang. Grafik hubungan muka air di atas ambang dengan debit aliran lebih dikenal dengan sebutan Kurva Lengkung Debit. Besarnya peningkatan tinggi muka air di atas ambang begitu signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Muka Air di atas Ambang dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar

Hubungan Kehilangan Energi dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan kehilangan energi dengan debit pelimpah 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 ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan Kehilangan Energi dengan Debit Pelimpah Ambang Lebar

KESIMPULAN

Dari hasil Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Hubungan tinggi muka air di hulu dengan debit untuk pelimpah ambang lebar mempunyai kecenderungan/*trendline* $Y = 0,88 X 0,359$ dengan Y adalah debit dan X adalah tinggi muka air di hulu.
2. Hubungan tinggi muka air di hilir dengan debit untuk pelimpah ambang lebar mempunyai kecenderungan/*trendline* $Y = 0,266 X 0,236$ dengan Y adalah debit dan X adalah tinggi muka air di hilir.
3. Hubungan tinggi muka air di atas ambang dengan debit untuk pelimpah ambang lebar mempunyai kecenderungan/*trendline* $Y = 3,863 X 0,666$ dengan Y adalah debit dan X adalah tinggi muka air di atas ambang.
4. Hubungan kehilangan energi dengan debit untuk pelimpah ambang lebar mempunyai kecenderungan/*trendline* $Y = -721 X 2 + 15,99 X - 0,001$ dengan Y adalah debit dan X adalah kehilangan tinggi energi

SARAN

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

1. Dalam menentukan tipe alat ukur debit pelimpah ambang lebar harus disesuaikan dengan tingkat kepekaan alat ukur debit.
2. Pemilihan tipe alat ukur debit pelimpah ambang lebar harus memperhatikan kondisi topografi permukaan tanah.

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

- Chow, Ven Te. 1986. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Pengairan. 1980. *Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi*. Jogyakarta.
- Gandakoesoema, R. 1986. *Irigasi*. Bandung: CV.Galang Persada.
- Raju, K.G. Ranga. 1986. *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- Sudjarwadi. 1987. *Dasar-Dasar Teknik Irigasi*. Jogyakarta: Biro KMTS FT UGM.
- Tachyan, Endang Pipin. 1992. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Terjemahan. Jakarta: Erlangga. Edisi keempat.