

KEHILANGAN TINGGI TEKAN PADA PINTU SORONG

Oleh:

Iin Karnisah

Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir Ds.Ciwaruga Kotak pos 1234 Bdg 40012
iinkarnisah@gmail.com

ABSTRAK

Pintu sorong adalah pintu berbentuk persegi yang bergerak naik turun di dalam celah. Pintu sorong memiliki keuntungan dalam konstruksi yang sederhana, kuat dan relative murah, sehingga banyak digunakan dalam saluran irigasi. Oleh karena itu perlu diketahui besarnya koefisien debit (C_d) untuk mengetahui secara optimal jumlah air yang diperlukan sesuai kebutuhan.

Berdasarkan hasil penelitian dari 11(sebelas) variasi tinggi bukaan pintu dan 10 (sepuluh) variasi debit dengan bukaan pintu 3 – 13 cm, interval 1 cm. Menunjukkan bahwa nilai koefisien debit (C_d) bervariasi tergantung pada rasio tinggi air hulu terhadap tinggi bukaan pintu sorong (h_1/t) yang disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah pemakain di lapangan.

Kata kunci: pintu sorong, koefisien debit (C_d), ratio h_1/t .

Pendahuluan

Di dalam eksploitasi irigasi harus diketahui dengan tepat berapa air yang mengalir atau disadap. Apalagi bila persediaan air sangat terbatas, pemberian air ke lapangan harus sesuai dengan kebutuhan. Maka pemberian air yang optimal dan tepat pada waktu yang dibutuhkan merupakan persyaratan utama dalam pengaturan air irigasi (Irrigation Water Management) yang baik. Agar kuantitas air yang mengalir dalam saluran maupun yang disadap untuk membasahi tanah dapat diketahui dengan tepat diperlukan bangunan bangunan

ukur. Didalam irigasi dikenal berbagai macam bangunan ukur yang masing-masing memiliki ketelitian yang berbeda-beda. Dalam perencanaan bangunan hidrolika khususnya bangunan bangunan irigasi yang melayani saluran irigasi seperti pintu – pintu kontrol antara lain pintu sorong pada irigasi perlu diketahui besarnya koefisien debit (C_d) sehingga perencanaan geometrik dari konstruksi dapat mendekati keadaan yang sebenarnya untuk operasional dalam menampung debit yang lewat pada saluran.

Studi Pustaka

Aliran Saluran Terbuka

Saluran terbuka diklasifikasikan sebagai saluran buatan (artifisial) dan saluran alami (natural). Sungai adalah saluran alami sedangkan saluran irigasi dan saluran pembuangan (drainase) adalah sejenis saluran buatan. Suatu saluran yang mempunyai penampang dan kemiringan yang tetap disebut saluran prisma (prismatic channel), bila salah satu kemiringan atau penampangnya berubah sepanjang saluran maka saluran ini disebut sebagai saluran tidak prisma (non prismatic channel).

Aliran saluran terbuka diklasifikasikan dalam jenis yang berbeda berdasarkan kriteria yang berbeda seperti ini :

- Aliran laminar dan turbulen
- Aliran subkritis dan superkritis
- Aliran tetap dan tak tetap
- Aliran seragam dan tak seragam
- Aliran satu dimensi, dua dimensi dan tiga dimensi

Aliran laminar dan turbulen dibedakan atas besarnya bilangan Reynolds (Re).

Persamaannya adalah :

$$Re = \frac{VL}{\nu} \quad \dots(1)$$

Dimana :

V = kecepatan karakteristik (m/det)

L = Panjang karakteristik (m)

ν = kekentalan kinematis cairan (m²/det)

Re kecil : laminar

Re besar : turbulen

Aliran subkritis dan superkritis, dibedakan atas besarnya bilangan Froude (F).

$$F = \frac{V}{\sqrt{gL}} \quad \dots(2)$$

Dimana :

V = kecepatan karakteristik (m/det)

L = Panjang karakteristik (m)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²)

F < 1,0 : subkritis

F > 1,0 : superkritis

Aliran disebut tetap (steady) bila kedalaman (h), debit (Q), dan kecepatan rerata (V) pada setiap penampang tidak berubah menurut waktu, bila sebaliknya maka aliran disebut tak tetap (unsteady).

Secara matematis aliran tetap (steady flow):

$$\frac{\partial h}{\partial t} = 0 ; \frac{\partial V}{\partial t} = 0 ; \frac{\partial Q}{\partial t} = 0 \quad \dots(3)$$

Aliran disebut seragam (uniform) bila kedalaman (h), debit (Q), dan kecepatan rerata (V) sepanjang saluran tidak berubah pada setiap waktu, bila sebaliknya maka aliran disebut tak seragam (non uniform).

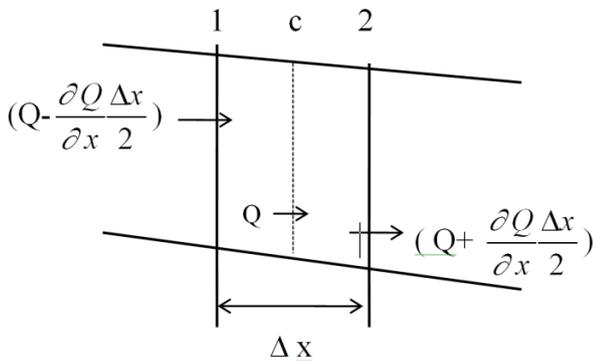
Secara matematis aliran seragam :

$$\frac{\partial h}{\partial x} = 0 ; \frac{\partial V}{\partial x} = 0 ; \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \dots(4)$$

Aliran disebut aliran tiga dimensi bila kecepatan aliran tergantung pada letak menurut aliran, jarak titik dari dasar dan dari sisi saluran. Bila kecepatan aliran hanya tergantung pada letak menurut aliran dan jarak titik dari dasar, maka disebut aliran dua dimensi. Untuk mempermudah persoalan, maka analisis dipertimbangkan hanya variasi kecepatan rerata, disebut aliran satu dimensi.

Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas adalah persamaan sehubungan dengan banyaknya aliran dalam suatu penampang.



Gambar 1. Aliran Debit Melalui Suatu Elemen Saluran

Aliran netto kedalam elemen dalam waktu Δt dapat ditulis sebagai berikut :

$$[(Q - \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}) - (Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2})] \Delta t = - \frac{\partial Q}{\partial x} \Delta x \Delta t \quad \dots(5)$$

Pertambahan volume dari elemen dalam waktu,

$$\Delta t = \frac{\partial}{\partial t} (A \Delta x) \Delta t \quad \dots(6)$$

Dengan menyamakan persamaan (5) dan (6) serta membaginya dengan $\Delta x \cdot \Delta t$, maka :

$$- \frac{\partial Q}{\partial x} \Delta x \Delta t = \frac{\partial}{\partial t} (A \Delta x) \Delta t \quad \dots(7)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad \dots(8)$$

Dengan menguraikan debit sebagai perkalian dari luas dan kecepatan rata-rata, yaitu $Q = AV$, maka :

$$\frac{\partial}{\partial x} (AV) + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad \dots(9)$$

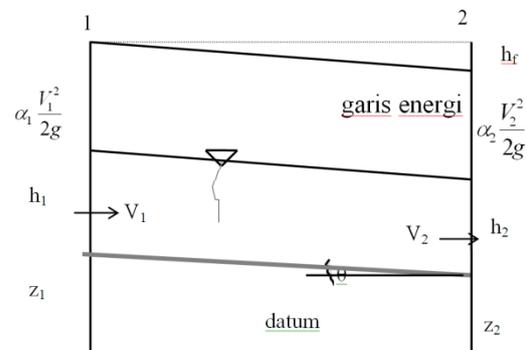
Apabila saluran empat persegi, $A = bh$, persamaan (9) menjadi :

$$V \frac{\partial h}{\partial x} + h \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial t} = 0 \quad \dots(10)$$

Dan apabila alirannya tetap persamaan (10) menjadi menjadi :

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = A_3 V_3 = \text{konstan} \quad \dots(11)$$

Persamaan Energi



Gambar 2. Energi Dalam Saluran Terbuka Aliran satu dimensi adalah aliran tetap, persamaan energi :

$$\frac{V^2}{2g} + h + z = \text{konstan} \quad \dots(12)$$

Bila diperhitungkan kemiringan saluran dan ketidakseragaman pembagian kecepatan pada penampang, maka rumusnya menjadi :

$$\alpha \frac{V^2}{2g} + h \cos \theta + z = \text{konstan} \quad \dots(13)$$

Bentuk persamaan diatas disebut dengan energi total (E_t) :

$$E_t = \alpha \frac{V^2}{2g} + h \cos \theta + z \quad \dots(14)$$

Berdasarkan prinsip mengenai konservasi energi maka energi total pada penampang 1 harus sama dengan energi total pada penampang 2, ditambah dengan kehilangan energi (h_f) antara kedua penampang tersebut.

$$\alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_1 \cos \theta + z_1 = \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_2 \cos \theta + z_2 + h_f \quad \dots (15)$$

Selanjutnya sebagai penyederhanaan untuk :

- Saluran dengan kemiringan kecil, $\theta = 0$
- Pembagian kecepatan dianggap seragam sehingga koefisien energi, $\alpha = 1$
- Kehilangan energi antara penampang 1 dan penampang 2 dianggap tidak ada, $h_f = 0$

Maka persamaan energi Bernoulli menjadi :

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2 \quad \dots(16)$$

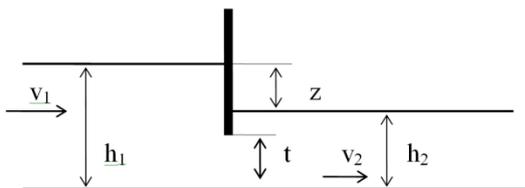
Bentuk persamaan diatas disebut dengan energi spesifik (E_s) yaitu jumlah antara dalamnya air dan tinggi kecepatan .

Sehingga secara umum dapat ditulis :

$$E_s = h + \frac{V^2}{2g} \quad \dots(17)$$

Persamaan Energi Pada Pintu Sorong

1. Persamaan Energi Pada Penyempitan



Gambar 3. Energi Pada Penyempitan

$$A_1 = b h_1 \quad ; \quad Q_1 = A_1 V_1$$

$$A_2 = b h_2 \quad ; \quad Q_2 = A_2 V_2$$

$$h_1 - h_2 = z$$

Persamaan 2.11 :

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

$$V_2 = \sqrt{2g[(h_1 - h_2) + \frac{V_1^2}{2g}]}$$

$$h_1 - h_2 = z$$

$$V_2 = \sqrt{2g[(h_1 - h_2) + \frac{V_1^2}{2g}]}$$

$$V_2 = \sqrt{2g(z + \frac{V_1^2}{2g})}$$

$$Q = Cd A_2 V_2$$

$$Q = Cd b h_2 \sqrt{2g(z + \frac{V_1^2}{2g})}$$

Untuk keperluan studi eksperimental, pemakaian istilah tinggi energi kecepatan pada persamaan di atas, dapat dihilangkan dan pengaruh tinggi energi kecepatan tersebut dimasukkan dalam koefisien debit (Cd).

Maka :

$$a. \quad Q = Cd b h_2 \sqrt{2gz}$$

(Untuk Keadaan Pintu Terbuka Penuh)

$$b. \quad Q = Cd b t \sqrt{2gz}$$

(Untuk Keadaan Pintu Tidak Terbuka Penuh)

Keterangan :

Q = debit (m^3/det)

Cd = koefisien debit

b = lebar pintu (m)

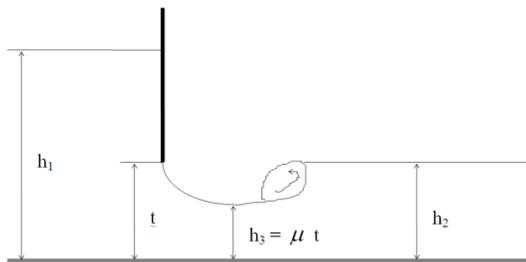
t = tinggi bukaan pintu (m)

z = beda tinggi air diudik dan dihilir (m)

h_1 = tinggi air di udik (m)
 h_2 = tinggi air di hilir (m)
 A_1 = luas penampang basah di udik (m²)
 A_2 = luas penampang basah di hilir (m²)
 V_1 = kecepatan air di udik (m/det)
 V_2 = kecepatan air di hilir (m/det)
 g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{h_1 - \mu t}{\frac{h_1^2 - \mu^2 t^2}{2g\mu^2 t^2 h_1}} \\
 &= 2g\mu^2 t^2 h_1^2 \frac{h_1 - \mu t}{h_1^2 - \mu^2 t^2} \\
 &= 2g\mu^2 t^2 h_1^2 \frac{1}{h_1 + \mu t} \\
 &= \frac{2g\mu^2 t^2 h_1^2}{h_1 + \mu t}
 \end{aligned}$$

2. Persamaan Henderson



Gambar 4. Tipe Aliran Pada Pintu Sorong

$$\begin{aligned}
 q &= \mu t \sqrt{2g \frac{h_1^2}{h_1 + \mu t}} \\
 &= \frac{\mu}{\sqrt{\frac{h_1 + \mu t}{h_1}}} t \sqrt{2gh_1} \\
 &= \frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu \frac{t}{h_1}}} t \sqrt{2gh_1}
 \end{aligned}$$

Persamaan Bernoulli :

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_3^2}{2g} + h_3$$

$$\begin{aligned}
 V = \frac{q}{h} &\begin{cases} \rightarrow V_1 = \frac{q}{h_1} \rightarrow V_1^2 = \frac{q^2}{h_1^2} \\ \rightarrow V_3 = \frac{q}{h_3} \rightarrow V_3^2 = \frac{q^2}{h_3^2} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\frac{q^2}{2gh_1^2} + h_1 = \frac{q^2}{2gh_3^2} + h_3 \rightarrow h_3 = \mu t$$

$$h_1 - h_3 = q^2 \left(\frac{1}{2gh_3^2} - \frac{1}{2gh_1^2} \right)$$

$$q^2 = \frac{h_1 - h_3}{\frac{1}{2gh_3^2} - \frac{1}{2gh_1^2}}$$

$Q = b q$

$$Q = b \frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu \frac{t}{h_1}}} t \sqrt{2gh_1}$$

$$\frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu \frac{t}{h_1}}} = Cd$$

Maka :

$$Q = Cd b t \sqrt{2gh_1}$$

(Untuk Keadaan Pintu Tidak Terbuka Penuh)

$$Q = Cd b h_2 \sqrt{2gh_1}$$

(Untuk Keadaan Pintu Terbuka Penuh)

Keterangan :

Q = debit (m^3/det)

q = debit persatuan lebar (m^2/det)

C_d = koefisien debit

μ = koefisien kontraksi $\sim 0,6$

b = lebar pintu (m)

t = tinggi bukaan pintu (m)

h_1 = tinggi air di udik (m)

h_2 = tinggi air di hilir (m)

h_3 = tinggi air kritis (m)

V_1 = kecepatan air di udik (m/det)

V_2 = kecepatan air di hilir (m/det)

V_3 = kecepatan air di kritis (m/det)

g = percepatan gravitasi ($9,81 m/det^2$)

1. Bangunan – Bangunan Ukur

Bangunan ukur harus sederhana dan memenuhi persyaratan – persyaratan tertentu , diantaranya yaitu :

- Semua debit harus dapat dialirkan lewat alat ukur dan pengukuran harus dapat dilakukan dengan teliti.
- Mengukur debit harus mudah dan cepat dan besarnya pengaliran tidak dipengaruhi oleh faktor- faktor dari luar.
- Alat pembaca harus menunjukkan debit atau tinggi air yang tepat.
- Alat ukur yang juga berfungsi sebagai alat pengatur besarnya debit, harus dapat dikunci.
- Pengendapan , kotoran dan naik atau turunnya muka air yang terlalu besar tidak boleh mempengaruhi ketelitian pengukuran.
- Alat ukur harus dapat bergerak seperlunya , sesuai dengan perubahan debit.
- Kehilangan tinggi tekan harus sekecil mungkin.

h. Rumus pengalirannya harus sederhana dengan variabelnya tidak banyak, dan

i. Koefisiennya kontraksinya harus konstan.

3.1 Sekat Ukur Thompson.

Sekat ukur Thompson merupakan pengukuran lewat ambang tajam yang berbentuk segi tiga dengan sudut puncaknya sebesar 90° . Sekat ukur Thompson dipakai hanya untuk pengaliran yang kecil seperti di laboratorium, kebun tebu , dan dimana tersedia terjunan yang cukup besar.

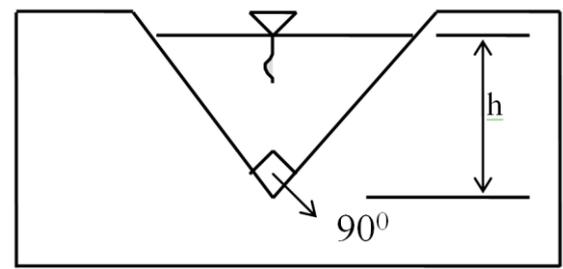
Rumus pengalirannya :

$$Q = 1,39 h^{5/2}$$

Keterangan :

Q = debit ($m^3 / detik$)

h = tinggi muka air diatas mercu (m)



Gambar 5. Sekat Ukur Thompson

3.2 Sekat Ukur Rehbock

Sekat ukur Rehbock juga merupakan sekat ukur dengan ambang tajam. Biasanya dipakai untuk mengukur debit pada penyadapan dari waduk-waduk. Pengukurannya teliti sedang konstruksinya sangat sederhana, yakni hanya sebilah sekat lurus dan dipasang datar antara dua tembok tegak. Hanya harus diusahakan agar muka air disebelah hilir sekat

selalu ada dibawah sekat dan tidak lebih tinggi dari 5 cm dibawah sekat. Begitu pula harus dijaga agar ruang yang ada dibawah pancaran air selalu berhubungan dengan luar sehingga tekanan tetap 1 atmosfer. Ini untuk mencegah bergetarnya pancaran air dan yang mengakibatkan pengalirannya berkurang. Karena sulit untuk menjaga agar lubang udara dibawah pancaran tidak tersumbat, maka sekat ukur Rehbock tidak banyak dipakai kecuali di penyadapan waduk atau di laboratorium.

Rumus yang dipakai :

$$Q = \frac{2}{3} u b h e \sqrt{2gh_e}$$

$$Q = \frac{2}{3} u b h e^{3/2} \sqrt{2g}$$

Keterangan :

$$u = (0,6025 + 0.0813 \frac{he}{p})$$

$$he = h + 0,0011 \text{ meter}$$

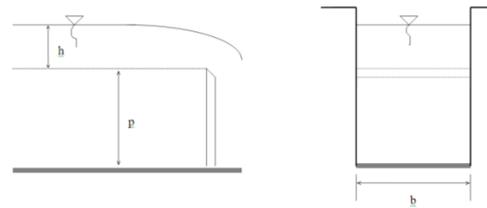
Keterangan :

h = tinggi muka air udik sebelum muka air melengkung kebawah di atas mercu (m).

p = tinggi mercu diatas lantai udik (m) .

b = lebar sekat, sama dengan jarak antara dua tembok tegak (m).

g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²)



Gambar 6. Sekat Ukur Rechbock

3.3 Pengukuran Debit Lewat Bukaannya Dibawah Air

Pengukuran debit lewat bukaan dibawah air, yaitu pintu sorong adalah jenis pintu yang paling banyak dipakai pada saluran-saluran. Dinamakan pengukuran debit lewat bukaan dibawah air, karena pada kenyataannya air mengalir melalui bagian bawah struktur. Maka besarnya pengaliran terbagi 2(dua) keadaan, yaitu :

1. Keadaan Pintu Terbuka Penuh.

Dengan menggunakan persamaan Henderson seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka dipergunakan rumus pengaliran melalui pintu air aliran bawah pada keadaan pintu terbuka penuh, yaitu :

$$Q = Cd b h_2 \sqrt{2gh_1}$$

Keterangan :

Q = debit (m³/det)

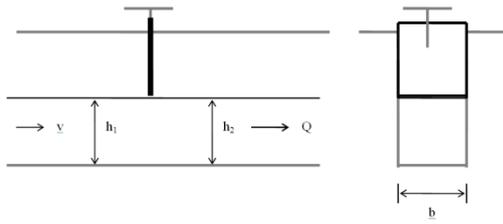
Cd = koefisien debit

b = lebar pintu (m)

h₁ = tinggi air di udik (m)

h₂ = tinggi air di hilir (m)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²)



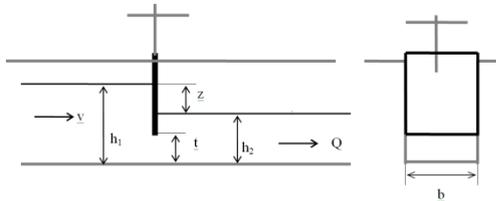
Gambar 7. Tipe Aliran Pada Pintu Sorong Terbuka Penuh

2. Keadaan Pintu Tidak Terbuka Penuh

Dengan menggunakan persamaan energi pada penyempitan dan persamaan Henderson, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka dipergunakan 2 (dua) rumus pengaliran melalui pintu air aliran bawah pada keadaan pintu tidak terbuka penuh, yaitu :

$$Q = Cd bt \sqrt{2gz}$$

$$Q = Cd bt \sqrt{2gh_1}$$



Gambar 8. Tipe Aliran Pada Pintu Sorong Tidak Terbuka Penuh

Keterangan :

Q = debit (m³/det)

Cd = koefisien debit

b = lebar pintu (m)

t = tinggi bukaan pintu (m)

z = beda tinggi air diudik dan dihilir (m)

h₁ = tinggi air di udik (m)

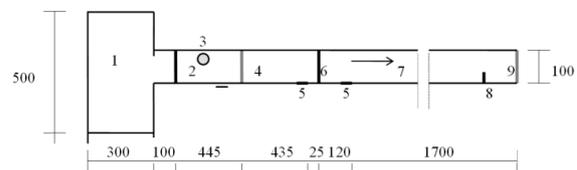
g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²)

Metodologi

1. Pembuatan Model Uji

Penelitian pintu sorong yang materialnya terbuat dari pelat baja berbentuk persegi dengan ukuran 100 cm dan tebal 1 cm. Saluran terbuat dari pasangan bata dengan lebar 100 cm dan tinggi saluran 100 cm. Panjang seluruh saluran dari bak penampung sampai ke ujung saluran adalah 3125 cm.

Denah situasi model penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 9. Denah Situasi Model Penelitian

Keterangan :

1. Saluran air
2. Pintu sorong sebagai pintu pemasukan
3. Tabung ukur Rehbock
4. Sekat ukur Rehbock
5. Peil skala
6. Pintu sorong yang diamati
7. Arah aliran
8. Meteran taraf
9. Sekat ukur Thompson

2. Prosedur Penelitian

a. Keadaan Pintu Terbuka Penuh

Pada kondisi pintu sorong terbuka penuh , prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut :

1. Atur kedudukan pintu sorong dalam kondisi terbuka penuh.

2. Hidupkan pompa air, sehingga air mengalir ke bak penampung .
3. Tunggu beberapa saat sehingga air di bak penampung penuh / meluap, lalu atur aliran air dengan mengatur bukaan pada pintu sorong sesuai dengan debit yang kita inginkan, misal Q_1 .
4. Ukur ketinggian air pada sekat ukur Rehbock dan sekat ukur Thompson.
5. Ukur ketinggian muka air pada peil skala di bagian hulu (h_1) dan di bagian hilir (h_2) pintu sorong.
6. Ulangi prosedur di atas untuk 10 (sepuluh) variasi debit yang berbeda, yaitu dari Q_1 s/d Q_{10} .

b. Keadaan Pintu Tidak Terbuka Penuh.

Pada kondisi pintu sorong tidak terbuka penuh, prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut :

1. Atur aliran air dengan mengatur tinggi bukaan pada pintu sorong sesuai dengan debit yang kita inginkan, misal Q_1 .
2. Ukur ketinggian air pada sekat ukur Rehbock.
3. Atur dan ukur bukaan pintu sorong dengan bukaan pintu yang paling minimum, yaitu $t = 3$ cm.
4. Ukur ketinggian muka air pada peil skala di bagian hulu (h_1) dan di bagian hilir (h_2) pintu sorong.
5. Ukur ketinggian air (h) pada sekat ukur Thompson.
- 6 Ulangi prosedur no.3 s/d no.5 untuk 11 (sebelas) variasi bukaan pintu sorong yang berbeda dengan interval penambahan bukaan 1 cm sampai bukaan pintu yang

paling maksimum tetap dalam kondisi terendam air ($t=3$ cm s/d $t=13$ cm).

7. Ulangi prosedur no. 1 s/d no. 6 untuk 10 (sepuluh) variasi debit yang berbeda, yaitu dari Q_1 s/d Q_{10} .

3. Jenis Pengukuran

a. Pengukuran Tinggi Muka Air

Pengukuran tinggi muka air adalah pekerjaan yang pokok dalam penelitian ini, yakni untuk memperoleh data hidrometri, terdiri dari 2 (dua) jenis pengukuran, yaitu :

1. Tinggi muka air di saluran
2. Tinggi muka air pada alat ukur debit

Pengukuran tinggi muka air di saluran dicatat dengan menggunakan peil skala. Peil skala tersebut ditempatkan sejauh 25 cm sebelah hulu pintu sorong dan sejauh 120 cm sebelah hilir pintu sorong.

Pencatatan masing-masing peil skala untuk tiap periode dilakukan dua kali yaitu batas atas dan batas bawah, hasilnya diambil reratanya. Hal tersebut dilakukan karena kondisi muka air naik turun, meskipun telah ditunggu beberapa lama. Waktu yang dibutuhkan untuk satu periode pencatatan memerlukan waktu antara 10 menit sampai dengan 15 menit sedangkan waktu menunggu stabilnya debit yang lewat diperlukan waktu antara 15 menit sampai dengan 20 menit.

b. Tinggi Muka Air Pada Alat Ukur Debit

Untuk pencatatan tinggi muka air pada alat ukur debit ini terdiri dari dua jenis, yaitu :

1. Tinggi muka air pada sekat ukur Rehbock
2. Tinggi muka air pada sekat ukur Thompson

Pencatatan tinggi muka air pada sekat ukur Rehbock dilakukan pada tabung air yang sudah tersedia lengkap dengan meteran taraf berikut pembacaan nonius berada didalamnya.

c. Tinggi Bukaannya Pintu Sorong

Pada pintu sorong, tinggi bukaan lebih mudah diatur sehingga pengaturan debit juga lebih mudah. Yang perlu diperhatikan adalah semakin kecil tinggi bukaan, kecepatan akan semakin besar meskipun debitnya mengecil karena luas penampang alirannya mengecil. Sebaliknya pada tinggi bukaan pintu yang semakin besar, kecepatan air makin berkurang meskipun debitnya bertambah karena luas penampang alirannya juga bertambah.

Pada penelitian ini bukaan pintu diatur dengan 11 (sebelas) variasi bukaan pintu untuk satu variasi debit, dengan interval untuk masing-masing bukaan pintu sorong sebesar 1 cm. Dilakukan demikian karena untuk memperoleh hasil yang teliti dengan adanya perubahan tinggi bukaan pintu tertentu.

Analisa dan Pembahasan

Tabel 1. Perhitungan Debit Rehbock (Pintu Terbuka Penuh)

No.	t ma di sal. (m)	h bacaan (m)	h m. a. (m)	h rechbok (m)	he (m)	p (m)	u (m)	b (m)	Q (m ³ /det)
1	0,4	0,1242	0,0458	0,0784	0,0795	0,603	0,613218657	1	0,04059049
2	0,45	0,129	0,0458	0,0832	0,0843	0,603	0,613865821	1	0,04438327
3	0,5	0,1374	0,0458	0,0916	0,0927	0,603	0,614998358	1	0,051256837
4	0,575	0,1446	0,0458	0,0988	0,0999	0,603	0,615969104	1	0,057433516
5	0,6	0,1454	0,0458	0,0996	0,1007	0,603	0,616076965	1	0,058134966
6	0,625	0,1468	0,0458	0,101	0,1021	0,603	0,616265721	1	0,059369702
7	0,725	0,1528	0,0458	0,107	0,1081	0,603	0,617074677	1	0,064764126
8	0,8	0,1632	0,0458	0,1174	0,1185	0,603	0,618476866	1	0,074500507
9	0,9	0,1756	0,0458	0,1298	0,1309	0,603	0,620148706	1	0,086728843
10	1	0,1836	0,0458	0,1378	0,1389	0,603	0,621227313	1	0,09496469

Tabel 2. Perhitungan Debit Thompson (Pintu Tidak Terbuka Penuh)

No.	t ma di sal. (m)	h bacaan (m)	h muka air (m)	h Thomson (m)	Q (m ³ /det)
1	0,4	0,2944	0,053	0,2414	0,039797699
2	0,45	0,3041	0,053	0,2511	0,04391689
3	0,5	0,3194	0,053	0,2664	0,05091554
4	0,575	0,3324	0,053	0,2794	0,057356257
5	0,6	0,3339	0,053	0,2809	0,058129174
6	0,625	0,3362	0,053	0,2832	0,05932639
7	0,725	0,3417	0,053	0,2887	0,062248911
8	0,8	0,361	0,053	0,308	0,073179863
9	0,9	0,3825	0,053	0,3295	0,086627015
10	1	0,3945	0,053	0,3415	0,09473088

Tabel 3. Data Q dan h1

1. Bukaan Pintu = 0.03 m

Q (m ³ /det)	h1 (m)
0,035264229	0,34
0,041805644	0,385
0,048885758	0,535
0,051202711	0,625
0,050963334	0,605
0,048467178	0,745
0,053633614	0,785
0,056640462	0,91
0,060273575	0,95
0,062952038	0,96

2. Bukaan Pintu = 0.04 m

Q (m ³ /det)	h1 (m)
0,03784876	0,205
0,042616886	0,235
0,049588197	0,28
0,052995066	0,375
0,054624969	0,415
0,057048828	0,465
0,060803683	0,45
0,05974625	0,675
0,070245963	0,815
0,075276588	0,845

3. Bukaan Pintu = 0.05 m

Q (m ³ /det)	h1 (m)
0,03816951	0,175
0,042918125	0,195
0,04977653	0,225
0,053979349	0,265
0,055476201	0,295
0,057767707	0,325
0,061872266	0,335
0,064043039	0,435
0,080958453	0,555
0,086956019	0,615

4. Bukaan Pintu = 0.06 m

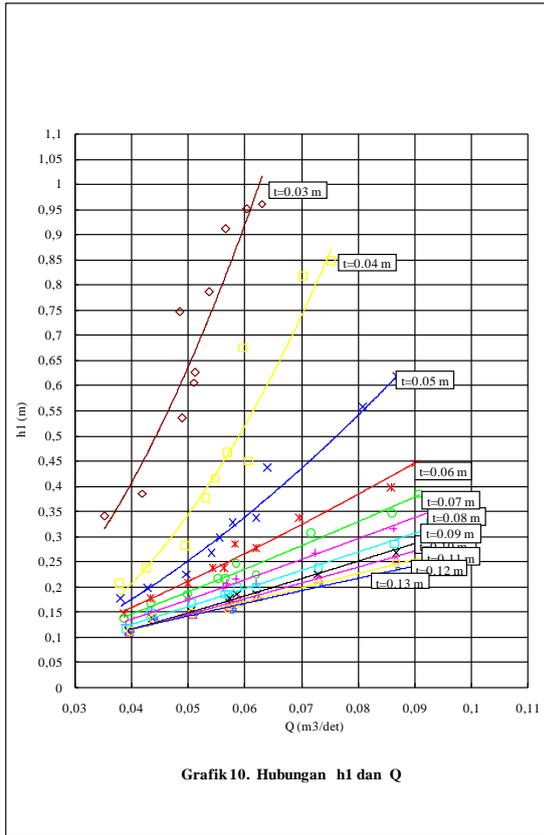
Q (m ³ /det)	h1 (m)
0,038694198	0,145
0,043220638	0,175
0,049870857	0,205
0,05422712	0,235
0,056335343	0,235
0,058180922	0,285
0,061872266	0,275
0,06966781	0,335
0,085905837	0,395
0,090287332	0,445

5. Bukaan Pintu = 0.07 m

Q (m ³ /det)	h1 (m)
0,038775301	0,135
0,0434375	0,165
0,049965292	0,185
0,05532541	0,215
0,056640462	0,215
0,058336334	0,245
0,061872266	0,225
0,07170391	0,305
0,086167665	0,345
0,090827326	0,385

6. Bukaan Pintu = 0.08 m

Q (m ³ /det)	h1 (m)
0,038937812	0,125
0,043524427	0,155
0,050154482	0,175
0,056132479	0,195
0,056793393	0,205
0,05844008	0,215
0,061872266	0,205
0,072292126	0,265
0,086298758	0,315
0,093006659	0,355



Grafik 10. Hubungan h_1 dan Q

Tabel 4 Data Q dan z

1. Bukaan Pintu = 0.03 m

Q (m ³ /det)	z (m)
0.035264229	0,26
0.041805644	0,35
0.048885758	0,505
0.051202711	0,595
0.050963334	0,505
0.048467178	0,66
0.053633614	0,7
0.056640462	0,88
0.060273575	0,93
0.062952038	0,93

2. Bukaan Pintu = 0.04 m

Q (m ³ /det)	z (m)
0.03784876	0,105
0.042616886	0,125
0.049588197	0,16
0.052995066	0,265
0.054624969	0,29
0.057048828	0,34
0.060803683	0,325
0.05974625	0,635
0.070245963	0,785
0.075276588	0,79

3. Bukaan Pintu = 0.05 m

Q (m ³ /det)	z (m)
0.03816951	0,075
0.042918125	0,08
0.04977653	0,095
0.053979349	0,13
0.055476201	0,16
0.057767707	0,185
0.061872266	0,18
0.064043039	0,33
0.080958453	0,51
0.086956019	0,43

4. Bukaan Pintu = 0.06 m

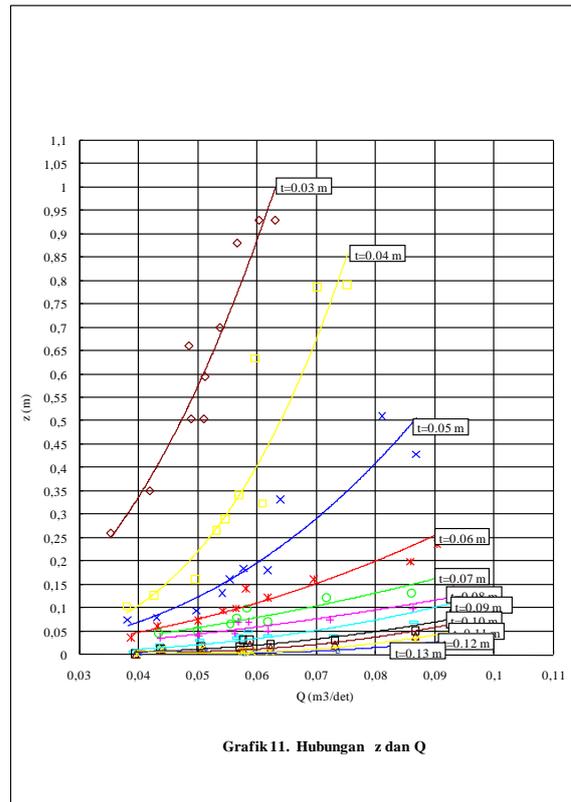
Q (m ³ /det)	z (m)
0.038694198	0,035
0.043220638	0,06
0.049870857	0,0725
0.05422712	0,095
0.056335343	0,1
0.058180922	0,14
0.061872266	0,12
0.06966781	0,16
0.085905837	0,2
0.090287332	0,235

5. Bukaan Pintu = 0.07 m

Q (m ³ /det)	z (m)
0.038775301	0,025
0.0434375	0,045
0.049965292	0,05
0.05532541	0,065
0.056640462	0,08
0.058336334	0,1
0.061872266	0,07
0.07170391	0,12
0.086167665	0,13
0.090827326	0,175

6. Bukaan Pintu = 0.08 m

Q (m ³ /det)	z (m)
0.038937812	0,015
0.043524427	0,035
0.050154482	0,04
0.056132479	0,045
0.056793393	0,07
0.05844008	0,07
0.061872266	0,05
0.072292126	0,075
0.086298758	0,1
0.093006659	0,14



Grafik 11. Hubungan z dan Q

Tabel 5. Data Q dan $\sqrt{2gz}$

1. Bukaan Pintu = 0.03 m

Q (m ³ /det)	$\sqrt{2gz}$
0.035264229	2,258583627
0.041805644	2,620496136
0.048885758	3,147713456
0.051202711	3,416708943
0.050963334	3,147713456
0.048467178	3,598499687
0.053633614	3,705941176
0.056640462	4,155189526
0.060273575	4,271603914
0.062952038	4,271603914

2. Bukaan Pintu = 0.04 m

Q (m ³ /det)	$\sqrt{2gz}$
0.03784876	1,435304846
0.042616886	1,566045976
0.049588197	1,771778767
0.052995066	2,28019736
0.054624969	2,385330166
0.057048828	2,58278919
0.060803683	2,525173261
0.05974625	3,5296888372
0.070245963	3,924499968
0.075276588	3,936978537

3. Bukaan Pintu = 0.05 m

Q (m ³ /det)	$\sqrt{2gz}$
0.03816951	1.213053997
0.042918125	1.252836781
0.04977653	1.36524723
0.053979349	1.597059799
0.055476201	1.771778767
0.057767707	1.905177157
0.061872266	1.879255172
0.064043039	2.544525531
0.080958453	3.163257814
0.086956019	2.904582586

4. Bukaan Pintu = 0.06 m

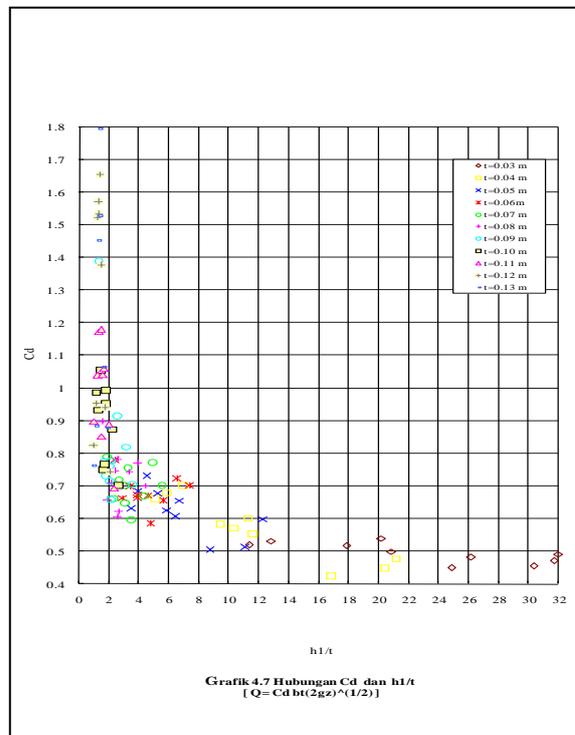
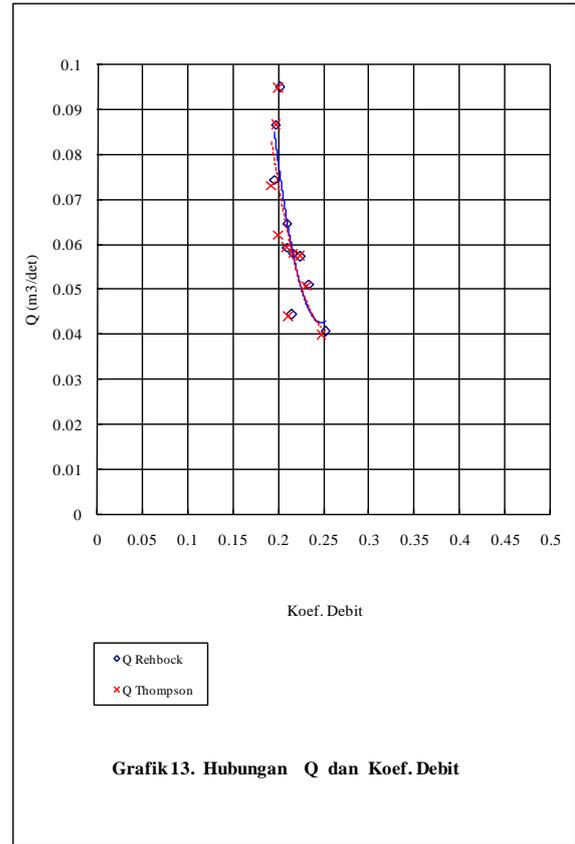
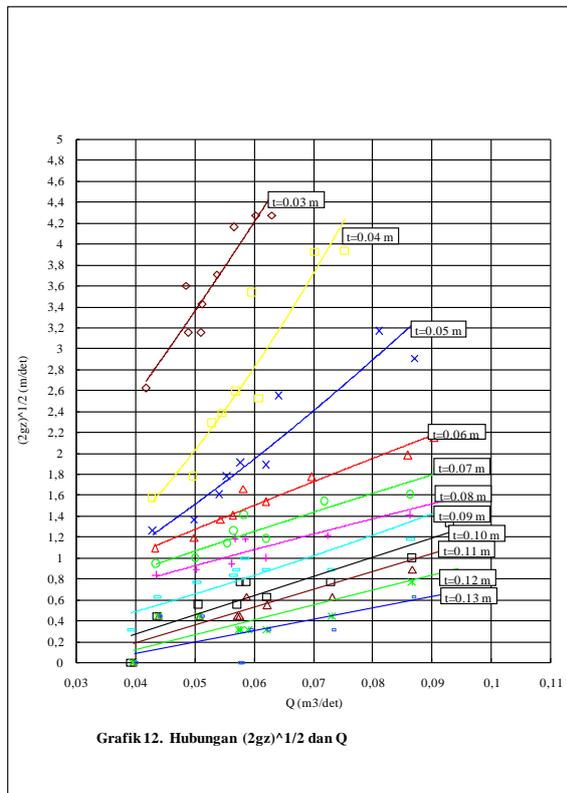
Q (m ³ /det)	$\sqrt{2gz}$
0.038694198	0.828673639
0.043220638	1.084988479
0.049870857	1.192665083
0.05422712	1.36524723
0.056335343	1.400714104
0.058180922	1.657347278
0.061872266	1.534405422
0.06966781	1.771778767
0.085905837	1.980908882
0.090287332	2.14725406

5. Bukaan Pintu = 0.07 m

Q (m ³ /det)	$\sqrt{2gz}$
0.038775301	0.700357052
0.0434375	0.939627586
0.049965292	0.990454441
0.05532541	1.129291813
0.056640462	1.252836781
0.058336334	1.400714104
0.061872266	1.171921499
0.07170391	1.534405422
0.086167665	1.597059799
0.090827326	1.852970588

6. Bukaan Pintu = 0.08 m

Q (m ³ /det)	$\sqrt{2gz}$
0.038937812	0.54249424
0.043524427	0.828673639
0.050154482	0.885889384
0.056132479	0.939627586
0.056793393	1.171921499
0.05844008	1.171921499
0.061872266	0.990454441
0.072292126	1.213053997
0.086298758	1.400714104
0.093006659	1.657347278



Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

I. Keadaan Pintu Terbuka Penuh

Dengan rumus $Q = Cdbt\sqrt{2gh_1}$, diperoleh hasil sbb :

1. Dengan Debit Rehbock

Diperoleh koefisien debit (Cd) rata-rata = 0,215

2. Dengan Debit Thompson

Diperoleh koefisien debit (Cd) rata-rata = 0,213

II. Keadaan Pintu Tidak Terbuka Penuh

1. Dengan rumus $Q = Cdbt\sqrt{2gz}$, diperoleh nilai koefisien debit (Cd) yang bervariasi tergantung besar bukaan pintu sorong, sbb :

a). $0.50 < Cd < 1.24$, untuk :
 $0.03 \text{ m} < t < 0.13 \text{ m}$

b). Bila data dikelompokkan dalam tinggi bukaan pintu, maka terlihat bahwa tinggi bukaan pintu sorong berbanding lurus dengan koefisien debit (Cd), artinya semakin besar tinggi bukaan pintu maka nilai Cd juga semakin besar dan sebaliknya.

2. Dengan rumus : $Q = Cdbt\sqrt{2gh_1}$, diperoleh hasil sbb :

a). Nilai :
 $0.24 < Cd < 0.42$

Untuk :
 $0.13 \text{ m} > t > 0.03 \text{ m}$

b). Bila data dikelompokkan dalam tinggi bukaan pintu, maka terlihat bahwa tinggi bukaan pintu sorong berbanding terbalik dengan koefisien debit (Cd), artinya

bila tinggi bukaan pintu semakin besar maka nilai Cd semakin kecil dan sebaliknya.

Daftar Pustaka

1. Ankum,P., 1995,Flow Control in Irrigation and Drainage, TU Delf.
2. Arora, K.R., 1980, Fluid Mechanics Hydraulics And Hydraulics Machines, Standard Publishers Distributors.
3. Chow, V.T., 1959, Open Channel Hydraulic, Mc. Graw Hill Book Co., INC.
4. Dake, J.M.K., 1985, Hidrolika Teknik, Penerbit Erlangga.
5. Giles,Ranald V.,1984, Teori dan Soal-Soal Mekanika Fluida dan Hidrolika, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta
6. Gunawan T., 2007, Soal & Penyelesaian Hidrolika
7. Jain, A.K., 1976, Fluid Mechanics, Khanna Publishers.
8. Kodoatie, Robert J., 2002, Hidrolika Terapan,Andi, Yogyakarta
9. Maryono, Agus, 2003, Hidrolika Terapan Pradnya Paramita, Jakarta
10. PU, 1986, Standard Perencanaan Irigasi, KP-02.
11. Rangga Raju, K.G., 1981, Flow Through Open Channel, Tata Mc Graw Hill Publishing Company, New Delhi.
12. Wiradinata, Rahmadi, 1973, Diktat Irigasi, ITB.