

**KLASIFIKASI PANJANG LONCATAN DAN  
KEHILANGAN ENERGI PADA LONCATAN HIDRAULIK  
MELALUI PINTU SORONG (*SLUICE GATE*)**

**SKRIPSI  
BIDANG HIDROLOGI**

**Diajukan Guna Memenuhi Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Katolik Widya Karya Malang**



**Disusun Oleh  
Maria Melania Mendonca Oca  
200632006**

**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA MALANG  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2011**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**KLASIFIKASI PANJANG LONCATAN  
DAN KEHILANGAN ENERGI PADA LONCATAN HIDRAULIK  
MELALUI PINTU SORONG (*SLUICE GATE*)**

**Diajukan guna memenuhi syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik**

**Oleh :  
Maria Melania Mendonca Oca  
NIM 200632002**

Dosen Pembimbing I,

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II,

**Sunik, ST.MT**

Mengetahui,

**Ir. Pribadi. MT**

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Ir. D.J Djoko H. Santjojo, MPhil.PhD**  
NIP. 19660131 199002 1001

**Sunik, ST.MT**  
NIK. 101037

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi  
Pada tanggal 04 April 2011  
dan dinyatakan telah lulus dan memenuhi syarat  
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik.

**KLASIFIKASI PANJANG LONCATAN  
DAN KEHILANGAN ENERGI PADA LONCATAN  
HIDRAULIK MELALUI PINTU SORONG (SLUICE GATE)**

Oleh :  
**Maria Melania Mendonca Oca**  
NIM 200632002

Penguji I,

Penguji II,

**Ir. Pudyono. MT**

**Sunik, ST.MT**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,  
Sipil

Ketua Jurusan Teknik

**Ir. D.J. Djoko H. Santjojo, M.Phil.PhD**  
NIP. 19660131 199002 1001

**Sunik, ST.MT**  
NIK. 101037

*Skripsi ini aku persembahkan untuk*

*-Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria.....*

*-Ayah {Alexius Leo Oca} Ibu {Inocencia Mendonca}  
Mila, Derius, Vanessa, Wendy yang telah memberikan  
kasih sayang, dukungan, semangat dan doa....*

*-My Love {Joni} terima kasih atas pengertian, perhatian  
pengorbanan dan ketulusan cinta buat aku....*

*-Keluarga besar Timor Leste dan Atambua, yang selalu  
mengasahi dan merindukan aku.....*

*-Pak Pribady, Pak Rudyono, Bu Sunik dan teman-teman  
jurusan Teknik Sipil specialy: Kak Santos, Kak Meu, Kak hugo  
terima kasih atas dukungan dan bimbingan, bantuan dan  
kerja sama yang di berikan sampai aku bisa lulus...*

*-Lovely friends: Etinha, Lin Koe, Lolita, Amikinha, Kak Lety  
dan Kak mery makasih atas segala doa dan dukungan yang  
telah di berikan buat ku selama bersama-sama.....*

*Terima Kasih atas segalanya..... God bless Us...*



## ABSTRAK

**Mendonca Oca, Maria Melania. 2011. Klasifikasi panjang loncatan dan kehilangan energi pada loncatan hidraulik melalui pintu sorong. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya Malang. Pembimbing I Sunik, ST. MT. Pembimbing II Ir. Pribadi. MT.**

Irigasi sangat diperlukan untuk mengairi lahan pertanian maka diperlukan perencanaan irigasi agar air yang di salurkan pada jaringan irigasi yaitu penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air dapat terkontrol dengan baik sehingga perlu adanya bangunan pengontrol debit air yang disebut pintu sorong (*sluice gate*).

Pada saat pintu sorong (*sluice gate*) dibuka biasanya terjadi aliran bebas (*free flow*) yang disertai dengan adanya loncatan hidraulik (*hydraulic jump*) dan terdapat koefisien kontraksi ( $C_c$ , *contraction coefficient*) akibat aliran getar sehingga dapat mengakibatkan gerusan yang dapat membahayakan dinding struktur saluran. Maka dalam penulisan skripsi ini penulis mencoba untuk meneliti tipe loncatan hidraulik ( $F_1$ ) yang terjadi melalui pintu sorong dengan adanya variasi debit ( $Q$ ) dan variasi bukaan pintu ( $a$ ), mendapatkan nilai panjang loncatan hidraulik ( $L_j$ ) dan kehilangan energi ( $E_L/E_1$ ) akibat loncatan hidraulik dengan menggunakan data sekunder dari penelitian terdahulu yaitu saluran sekunder dilengkapi dengan 2 pintu yaitu pada saluran 1 tidak terdapat pintu sorong dengan ambang dibawah pintu (tanpa *weir*) sedangkan di saluran 2 terdapat pintu sorong dengan ambang dibawah pintu (*weir*). Data debit air ( $Q$ ) yang digunakan untuk analisis adalah 155, 233, 311, 389, 467 l/det, dengan variasi bukaan pintu  $a_1 = 6, 9, 12$  cm;  $a_2 = 6$  cm dan  $a_1 = 6, 9, 12$  cm;  $a_2 = 12$  cm.

Dari hasil data sekunder tersebut maka didapatkan tipe loncatan hidraulik ( $F_1$ ) yang terjadi melalui pintu sorong pada saluran 1 yaitu tipe loncatan berombak, sedangkan untuk saluran 2 terdapat 3 (tiga) tipe loncatan yaitu tipe loncatan berombak, lemah, dan getar. Panjang loncatan hidraulik ( $L_j$ ) yang terjadi pada saluran 1 nilainya adalah antara 31,05 cm – 115,713 cm. Sedangkan pada saluran 2 panjang loncatan hidraulik ( $L_j$ ) yang terjadi nilainya antara 9,108 cm – 115,092 cm. Kehilangan energi relatif ( $E_L/E_1$ ) pada saluran 1 dan saluran 2 tidak mempengaruhi kondisi aliran di hilir sungai (tidak menimbulkan gerusan pada hilir saluran) karena dari hasil analisis kehilangan energi relatif pada saluran 1 dan saluran 2 adalah (<45%).

Kata kunci: Debit ( $Q$ ), variasi bukaan pintu, Froude Number ( $F_1$ ), Loncatan hidraulik ( $L_j$ ), kehilangan energi ( $E_L/E_1$ )

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Klasifikasi Panjang Loncatan dan Kehilangan Energi Pada Loncatan Hidraulik Melalui Pintu Sorong (*Sluice Gate*)** yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Katolik Widya Karya Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan baik materil maupun spiritual dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rm. Michael Agung Christiputra O,Carm. MA, selaku Rektor Universitas Katolik Widya Karya Malang.
2. Bapak Ir. Dionysius J.Djoko H. Santjojo, M.Phil. PhD,. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Karya Malang.
3. Ibu Sunik, ST.MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Karya Malang, selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini, dan juga selaku Dosen Penguji II.
4. Bapak Ir. Pribadi, MT. Selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Pudyono, MT. Selaku Dosen Penguji I.
6. Kedua orang tua, ketiga adik-adikku serta seluruh keluarga yang telah memberikan semangat, perhatian, bimbingan dan doa.
7. Seluruh teman-teman di Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Karya Malang.
8. Semua pihak yang turut memberikan bantuan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama bagi teman-teman mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Karya Malang dan lingkungan akademik yang lain.

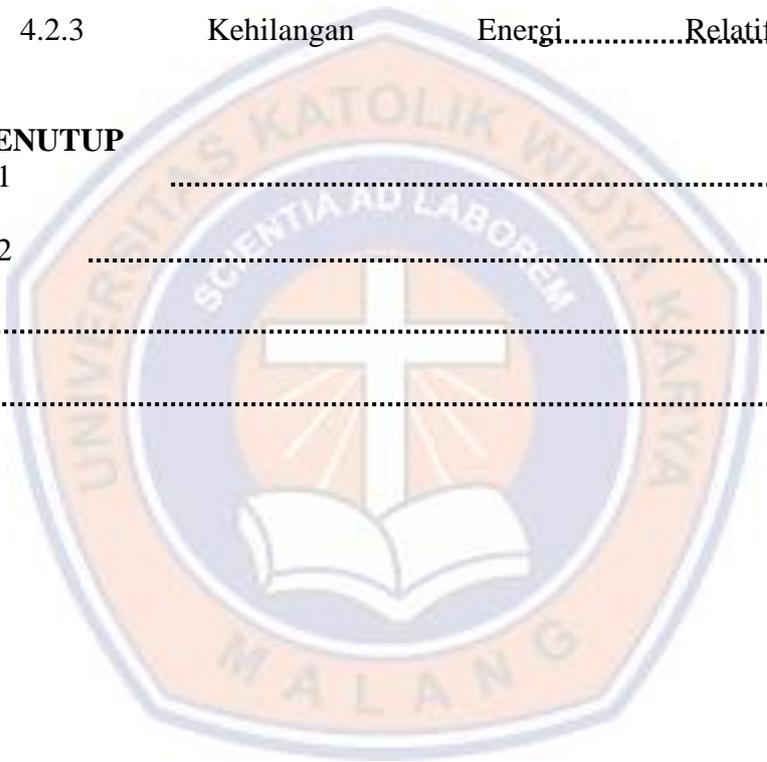
Malang, April 2011

Penulis

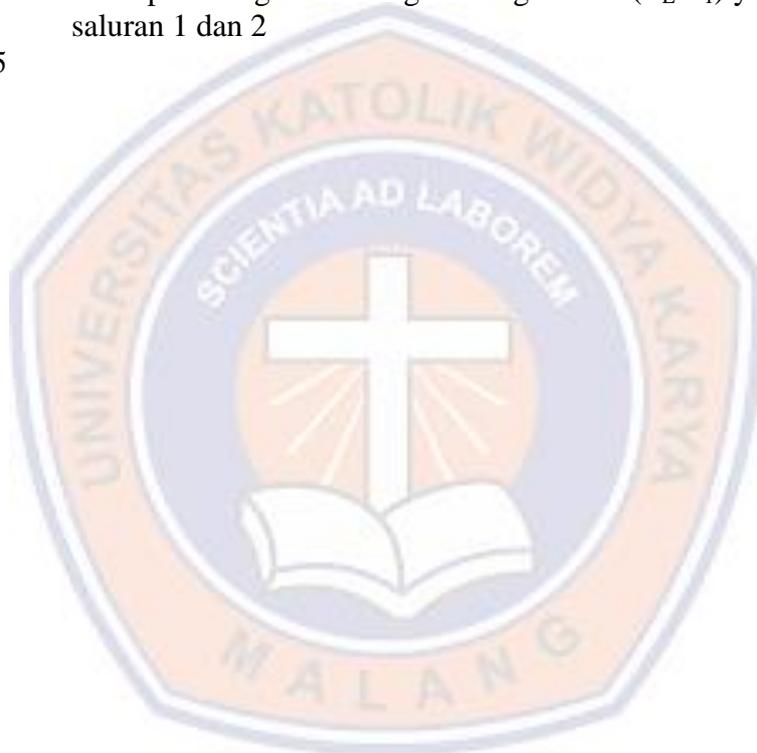
## **DAFTAR ISI**

		Halaman
<b>LEMBAR</b>	.....	<b>JUDUL</b>
i		
<b>LEMBAR</b>	.....	<b>PERSETUJUAN</b>
ii		
<b>LEMBAR</b>	.....	<b>PENGESAHAN</b>
iii		
<b>ABSTRAK</b>	.....	
iv		
<b>KATA</b>	.....	<b>PENGANTAR</b>
v		
<b>DAFTAR</b>	.....	<b>ISI</b>
vi		
<b>DAFTAR</b>	.....	<b>TABEL</b>
viii		
<b>DAFTAR</b>	.....	<b>GAMBAR</b>
ix		
<b>DAFTAR</b>	.....	<b>LAMPIRAN</b>
x		
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
	1.1	Latar ..... Belakang
1		
	1.2	Rumusan ..... Masalah
6		
	1.3	Batasan ..... Masalah
6		
	1.4	Tujuan ..... dan ..... Manfaat.
6		
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
	2.1	Teori ..... yang ..... Relevan
8		
	2.2	Hasil ..... Studi ..... Yang ..... Relevan
16		
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
	3.1	..... Rancangan ..... Penelitian.
17		
	3.2	Pengumpulan Data.....
18		
	3.3	..... Pengolahan ..... Data.
19		
	3.4	Diagram ..... Alir ..... Tugas ..... Akhir
22		
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
	4.1	..... Hasil ..... Analisis.
24		

24	4.1.1	Tipe Loncatan.....	Hidraulik.....	( $F_1$ ).
31	4.1.2	Panjang Loncatan.....	Hidraulik.....	( $L_j$ ).
35	4.1.3	Kehilangan Energi.....	Relatif.....	( $E_1/E_1$ ).
39	4.2	.....Pembahasan..		
39	4.2.1	Tipe Loncatan .....	Hidraulik.....	( $F_1$ ).
39	4.2.2	Panjang Loncatan.....	Hidraulik.....	( $L_j$ ).
40	4.2.3	Kehilangan Energi.....	Relatif.....	( $E_1/E_1$ ).
<b>BAB V PENUTUP</b>				
41	5.1	.....Kesimpulan.		
42	5.2	.....Saran..		
44	<b>Daftar Pustaka</b> .....			
45	<b>Lampiran</b> .....			



Tabel	Judul
Halaman	
20	3.1 Data debit ( $Q$ ), $y_1$ dan $y_2$ , $v_1$ dan $v_2$ pada saluran 1 dan saluran 2
	4.1 Hasil perhitungan untuk tipe loncatan hidraulik yang terjadi pada saluran 1 dan 2
24	
	4.2 Hasil perhitungan panjang loncatan hidraulik ( $L_j$ ) yang terjadi pada saluran 1 dan 2
	31
	4.3 Hasil perhitungan kehilangan energi relatif ( $E_L/E_1$ ) yang terjadi pada saluran 1 dan 2
35	



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Judul
Halaman	
3	1.1 Irigasi pada lahan pertanian
4	1.2 Model test saluran sekunder
4	1.3 Aliran bebas di bawah pintu sorong ( <i>free flow</i> )
5	1.4 Aliran tenggelam di bawah pintu sorong ( <i>submerged flow</i> )

8	2.1	Sketsa loncatan hidraulik yang terjadi pada saat pintu sorong dibuka
9	2.2	Aliran sub kritis
9	2.3	Aliran kritis
10	2.4	Aliran super kritis
	2.5	klasifikasi tipe loncatan hidraulik pada saluran segi empat menjadi lima kategori. 12
	2.6	Sketsa loncatan hidraulik berombak 13
	2.7	Sketsa loncatan hidraulik lemah 13
	2.8	Sketsa loncatan hidraulik getar 14
14	2.9	Sketsa loncatan hidraulik tetap
14	2.10	Sketsa loncatan hidraulik kuat
	3.1	Model test saluran sekunder dan pembagian <i>section</i> pada saluran 17
18	3.2	Loncatan hidraulik yang terjadi pada saat pintu air dibuka
	3.3	Pengukuran tiap <i>section</i> menggunakan <i>water gauge</i> dan <i>point gauge</i> 19
23	3.4	Diagram alir penelitian
25	4.1	Loncatan berombak/ <i>Undular jump</i>
27	4.2	Loncatan lemah/ <i>Weak jump</i> )
28	4.3	Loncatan Getar/ <i>Oscilating jump</i> (c) Tipe saluran segiempat

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Judul
Halaman I 45	Lembar Asistensi Skripsi

**BAB I**

**PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Irigasi merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk mengairi lahan pertanian. Dalam dunia modern, saat ini sudah banyak model irigasi yang dapat dilakukan manusia. Pada zaman dahulu, jika persediaan air melimpah karena tempat yang dekat dengan sungai atau sumber mata air, maka irigasi dilakukan dengan mengalirkan air tersebut ke lahan pertanian. Namun demikian, irigasi juga biasa dilakukan dengan membawa air dengan menggunakan wadah kemudian menuangkan pada tanaman satu per satu. Untuk irigasi dengan model seperti ini di Indonesia biasa disebut menyiram. Jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Jaringan irigasi yang dulu telah dikenal *jaringan irigasi primer, sekunder, ataupun tersier*.

- a. Jaringan irigasi *primer* adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri dari bangunan utama, saluran induk/*primer*, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapannya.
- b. Jaringan irigasi *sekunder* adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri dari saluran sekunder, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapannya.
- c. Jaringan irigasi *tersier* adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri dari saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter, serta bangunan pelengkapannya.

Adapun beberapa jenis irigasi yaitu:

## 1. Irigasi Permukaan

Irigasi Permukaan merupakan sistem irigasi yang menyadap air langsung di sungai melalui bangunan bendung maupun melalui bangunan pengambilan bebas (*free intake*) kemudian air irigasi dialirkan secara gravitasi melalui saluran sampai ke lahan pertanian. Di sini dikenal saluran primer, sekunder, dan tersier. Pengaturan air ini dilakukan dengan pintu air. Prosesnya adalah gravitasi, tanah yang tinggi akan mendapat air lebih dulu.

## 2. Irigasi Lokal

Sistem ini air distribusikan dengan cara pipanisasi. Di sini juga berlaku gravitasi, di mana lahan yang tinggi mendapat air lebih dahulu. Namun air yang disebar hanya terbatas sekali atau secara lokal.

## 3. Irigasi dengan Penyemprotan

Penyemprotan biasanya dipakai penyemprot air atau *sprinkle*. Air yang disemprot akan seperti kabut, sehingga tanaman mendapat air dari atas, daun akan basah lebih dahulu, kemudian menetes ke akar.

#### 4. Irigasi Pompa Air

Air diambil dari sumur dalam dan dinaikkan melalui pompa air, kemudian dialirkan dengan berbagai cara, misalnya dengan pipa atau saluran. Pada musim kemarau irigasi ini dapat terus mengairi sawah.

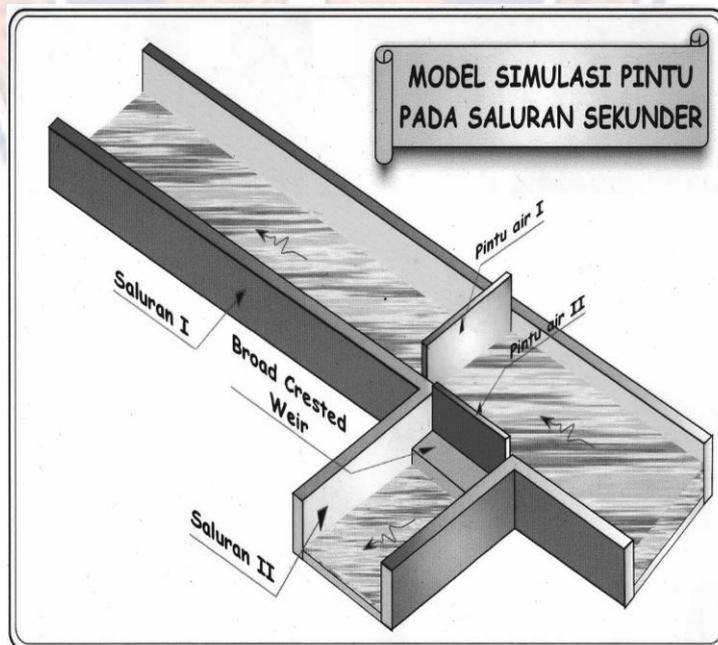
#### 5. Irigasi Tanah Kering atau Irigasi Tetes

Di lahan kering, air sangat langka dan pemanfaatannya harus efisien. Jumlah air irigasi yang diberikan ditetapkan berdasarkan kebutuhan tanaman, kemampuan tanah memegang air, serta sarana irigasi yang tersedia.



(Gambar 1.1 Irigasi pada lahan pertanian)

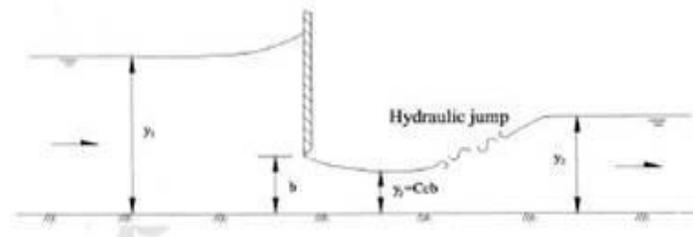
Pintu sorong (*sluice gate*) adalah salah satu bangunan pengontrol debit air di jaringan irigasi. Pintu sorong ini dapat terletak pada saluran *primer*, *sekunder*, *tersier* maupun *kuarter*. Banyak hal menarik yang dapat dikaji dari pintu sorong tersebut berkaitan dengan aliran air yang melalui bawah pintu sorong pada saat dilakukan variasi bukaan pintu (simulasi variasi bukaan pintu sesuai dengan kebutuhan debit masing-masing petak). Studi pada skripsi ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian "Simulasi Operasi Pintu Sorong dengan Model Test Fisik pada Saluran Sekunder Jaringan Irigasi" (Sunik,2001). Penelitian tersebut dilakukan di Laboratorium Hidrolika, Fakultas Teknik Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya menggunakan model prototipe dengan skala model 1:3 (*undistorted model*). Adapun gambar model saluran sekunder dilengkapi dengan 2 pintu yang dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Model test saluran sekunder

Pintu sorong (*sluice gate*) secara umum digunakan untuk mengontrol debit pada saluran irigasi dan saluran drainase. Pada saat pintu air dibuka biasanya

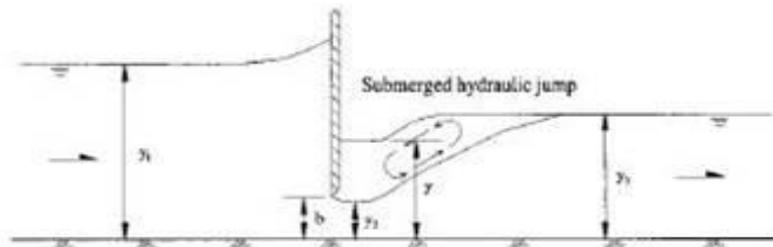
terjadi aliran bebas (*free flow*) yang disertai dengan adanya loncatan hidraulik (*hydraulic jump*) dan terdapat koefisien kontraksi ( $C_c$ , *contraction coefficient*) akibat aliran getar seperti ditunjukkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Aliran bebas di bawah pintu sorong (*free flow*)

Loncatan hidraulik terjadi ketika pada kondisi tertentu terjadi perubahan kedalaman aliran terjadi secara tiba-tiba pada jarak saluran yang cukup pendek tanpa adanya perubahan pada konfigurasi saluran. Perubahan pada kedalaman aliran tersebut dapat disebut sebagai diskontinuitas pada ketinggian permukaan bebas ( $dy/dx = \infty$ ). Perubahan kedalaman yang terjadi selalu dari taraf rendah ke taraf tinggi. Tipe paling sederhana dari loncatan hidraulik terjadi pada saluran horizontal berpenampang persegi panjang.

Loncatan hidraulik ini terdiri dari beberapa tipe yaitu loncatan berombak (*Undular jump*), loncatan lemah (*Weak jump*), loncatan getar (*Oscilating jump*), loncatan tetap (*Steady jump*), dan loncatan kuat (*Strong jump*) yang dapat mempengaruhi kondisi di hilir saluran. Loncatan hidraulik yang terjadi bersamaan dengan aliran bebas menyebabkan kemungkinan terjadi penumpukan sedimen (*bank erosion*) pada hilir saluran. Penumpukan sedimen ini dapat menyebabkan terjadinya aliran balik (*back water*) dan menimbulkan aliran tenggelam (*submerged flow*) ke arah hulu seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Aliran tenggelam di bawah pintu sorong (*submerged flow*)

Banyak tidaknya sedimen yang terbentuk juga tergantung tipe loncatan hidraulik yang terjadi. Yang umum terjadi adalah loncatan hidraulik berombak, terbentuk dari aliran superkritis transisi dan dapat diketahui dari perhitungan angka Froude (*Froude Number*), yang dapat menentukan jenis aliran. Mengacu pada kondisi tersebut maka perlu adanya analisis tentang klasifikasi loncatan hidraulik berdasarkan perhitungan angka Froude melalui pintu sorong (*sluice gate*).

## 1.2 Rumusan Masalah

- 1) Termasuk tipe apakah loncatan hidraulik ( $F_1$ ) yang terjadi melalui pintu sorong?
- 2) Berapa panjang loncatan hidraulik ( $L_j$ ) yang terjadi?
- 3) Berapa nilai kehilangan energi ( $E_L/E_1$ ) akibat loncatan hidraulik yang terjadi?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

- 1) Data debit ( $Q$ ) yang digunakan untuk analisis adalah 155, 233, 311, 389, 467 l/det, dengan variasi bukaan pintu  $a_1 = 6, 9, 12$  cm;  $a_2 = 6$  cm dan  $a_1 = 6, 9, 12$  cm;  $a_2 = 12$  cm. Data ini merupakan data sekunder dari penelitian terdahulu.
- 2) Analisis hanya berupa penentuan tipe loncatan hidraulik berdasar angka Froude ( $F_1$ ), panjang loncatan hidraulik ( $L_j$ ), dan kehilangan energi ( $E_L/E_1$ )

akibat loncatan hidraulik dengan adanya variasi debit ( $Q$ ) dan variasi bukaan pintu ( $a$ ).

- 3) Tidak menganalisis sedimen dan volume yang terjadi akibat loncatan hidraulik yang terjadi.

#### **1.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah mendapatkan tipe loncatan hidraulik ( $F_1$ ) yang terjadi melalui pintu sorong dengan adanya variasi debit ( $Q$ ) dan variasi bukaan pintu ( $a$ ), mendapatkan nilai panjang loncatan hidraulik ( $L_j$ ) dan kehilangan energi ( $E_L/E_1$ ) akibat loncatan hidraulik.

Sedangkan manfaat dari Tugas Akhir ini adalah:

- 1) Hasil analisis dapat menjadi rujukan dan pengetahuan bagi instansi terkait (PU Pengairan) dalam mendesain pintu air pada saluran sekunder agar pada saat pintu air dioperasikan dengan variasi bukaan pintu ( $a$ ), loncatan hidraulik masih dalam kondisi aman dan tidak menimbulkan terjadinya penumpukan sedimen.
- 2) Hasil analisis dapat menjadi bahan penelitian lanjutan dan rujukan khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Sipil di Universitas Katolik Widya Karya.