

**SKRIPSI**

**KLASIFIKASI PROFIL MUKA AIR *SPATIAL JUMP*  
(*S-JUMP*) ALIRAN MELALUI PINTU SORONG  
(*SLUICE GATE*)**



**Disusun Oleh:**

**DOMINGOS DO CARMO DE JESUS**

**NIM : 04300138**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA  
MALANG  
2012**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**Klasifikasi Profil Muka Air *Spatial Jump (s-jump)* Aliran Melalui Pintu Sorong  
(*sluice gate*)**

Disusun oleh:

Domingos Do Carmo De Jesus

04300138

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Sunik, ST., MT.  
NIK 101037

B. Sonny Yoedono, S.Pd., MT  
NIK 108048

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. D. J. Djoko H. S., M.Phil., Ph. D.  
NIP 19660131 199002 1001

Sunik, ST., MT.  
NIK 101037

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Universitas Katolik

Widya Karya Malang pada hari Jumat tanggal 29 Juni 2012.

**Klasifikasi Profil Muka Air *Spatial Jump* (*s-jump*) Aliran Melalui Pintu Sorong**

**(*Sluice Gate*)**

Disusun oleh:

Domingos Do Carmo De Jesus

04300138

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Pudyono, MT.

B. Sonny Yoedono, S.Pd., MT.

NIK 108048

Penguji Saksi

Sunik. ST.,MT

NIK 101037

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. D. J. Djoko H. S., M.Phil., Ph. D.

NIP 19660131 199002 1001

Sunik, ST., MT.

NIK 101037

**LEMBAR PERSEMBAHAN**



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya sehingga skripsi yang berjudul Klasifikasi Profil Muka Air Spatial Jump (*S-Jump*) Aliran Melalui Pintu Sorong (*Sluice Gate*)

Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat yang harus ditempuh untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Widya Karya Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapat banyak bantuan baik material maupun spiritual dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyatakan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rm Michael Agung Chrisputra O,Carm MA. selaku Rektor Universitas Katolik Widya Karya Malang.
2. Bapak Ir. Dionysius J. Djoko H. S. 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, Dosen Pembimbing I, dan Penguji Saksi, yang banyak memberikan bantuan dan masukkan selama penyusunan skripsi hingga selesai.
4. Bapak Ir. Pudyono. MT. selaku Dosen Penguji I
5. Bapak Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd. MT. selaku Dosen Pembimbing II, Penguji II, yang banyak memberikan masukkan dan saran selama penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Ir. Anna Catharina. SP, Msi. selaku Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Karya Malang. Yang banyak memberikan motivasi, masukkan, dan saran selama perkuliahan.
7. Almarhum Ayah (Afonso Da Costa De Jesus), selama masih hidup memberikan dukung yang berlimpah-limpah.
8. Ibu, serta saudara-saudari dan Fenilia Bria. Terima-kasih atas doa serta dukungan yang tiada hentinya.
9. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Widya Karya Malang, terutama pada saudara Iyok dan Darus.

Penulis menyadari bahwa penyusunan 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 bermamfaat bagi semua pihak terutama bagi rekan-rekan mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil Universitas Widya Karya Malang dan lingkungan akademik yang lain.

Malang, Juli 2012

penulis



## ABSTRAK

**De Jesus, Domingos Do Carmo. 2012. Klasifikasi Profil Muka Air Spatial Jump (S-Jump) Aliran Melalui Pintu Sorong (Sluice Gate). Skripsi, jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya Malang, Pembimbing (I) Sunik, ST. MT. (II) B. Sonny Yoedono, S.Pd. MT.**

**Kata Kunci :** Klasifikasi *Spatial Jump (S-Jump)*, Aliran Melalui Pintu Sorong (*Sluice Gate*)

Loncatan hidraulik merupakan fenomena yang sering terjadi pada aliran melalui saluran terbuka, sebagai transisi aliran bila terdapat perbedaan kemiringan dasar saluran yang mencolok, atau sebagai imbas dari limpasan bangunan air pada saluran. Loncatan hidraulik terjadi karena disengaja, untuk dapat dimanfaatkan energi alirannya.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui klasifikasi profil muka air adalah metode langkah langsung. Metode langkah langsung juga dapat dipakai untuk melakukan analisis profil loncatan hidraulik dengan asumsi bahwa aliran yang terjadi saat loncatan hidraulik merupakan aliran berubah beraturan. Pendekatan persamaan aliran berubah beraturan diperlukan karena, loncatan hidraulik merupakan aliran berubah cepat yang dalam analisisnya harus dilakukan dengan studi perkasus dan dengan coba banding.

Analisis klasifikasi profil muka air menggunakan metode langkah langsung dilakukan untuk mengetahui kemiringan garis energi yang ditinjau terhadap kedalaman normal, kedalaman kritis dengan titik kontrol kedalaman setelah loncatan hidraulik. Analisis ini digunakan lebih sederhana dan hasil yang diperoleh tidak terlalu menyimpang dari kondisi nyatanya.

Dengan titik kontrol yang digunakan adalah titik kedalaman setelah terjadinya loncatan hidraulik, karakteristik loncatan hidraulik yang diperoleh adalah perbandingan kemiringan dasar saluran terhadap kemiringan garis energi dan kedalaman normal terhadap kedalaman dengan kedalaman kritis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI .....	xii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xv
DAFTAR ISTILAH .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Aliran Berubah Beraturan.....	5



2.2 Pintu Sorong.....	7
2.3 Loncatan Hidraulik.....	7
2.4 Profil Muka Air.....	9
2.4.1 Aliran Seragam ( <i>uniform flow</i> ).....	12
2.4.2 Aliran Tidak Seragam ( <i>non uniform flow</i> ).....	13
2.4.3 Aliran Berubah Lambat Laun ( <i>gradually varied flow</i> ).....	14
2.4.4 Klasifikasi profil Muka Air.....	15
1. Kurva M ( <i>Mild</i> ).....	17
2. Kurva S ( <i>Steep</i> ).....	18
3. Profil C ( <i>Critical</i> ).....	18
4. Profil H ( <i>Horizontal</i> ).....	19
5. Profil A ( <i>Adverse</i> ).....	19
2.5 Hasil Studi yang Relevan.....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	24
3.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	25
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Analisis Data.....	27
4.1.1 Kedalaman Kritis ( $y_c$ ).....	27
4.1.2 Kedalaman Normal ( $y_n$ ).....	32
4.1.3 Kemiringan Garis Energi ( $S_f$ ).....	32
4.2 Pembahasan.....	37
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>

**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Aliran bebas dibawah pintu sorong ( <i>free flow</i> ).....	1
1.2 Aliran tenggelam dibawah pintu sorong ( <i>submerged flow</i> ).....	2
2.1 Sketsa perubahan profil aliran.....	6
2.2 Aliran bebas dibawah pintu sorong ( <i>free flow</i> ) dengan loncatan hidraulik.....	7
2.3 Profil muka air pada loncatan hidraulik.....	7
2.4 Kategori zone profil muka air.....	11
2.5 Contoh profil muka air pada saluran landai.....	11
2.6 profil muka air pada saluran landai ( <i>mild slope</i> ).....	11
2.7 Distribusi kecepatan pada tiap penampang.....	12
2.8 Klasifikasi profil muka air aliran berubah lambat laun.....	15
2.9 Diagram kurva M ( <i>mild</i> ).....	17
2.10 Profil kurva S ( <i>slope</i> ).....	18
2.11 Profil kurva C ( <i>critical</i> ).....	18
2.12 Diagram profil kurva H ( <i>horizontal</i> ).....	19
2.13 Diagram profil A ( <i>adverse</i> ).....	19
2.14 Model tes saluran sekunder dan pembagian seksi pada saluran I dan II.....	21
2.15 Loncatan hidraulik yang terjadi pada saat pintu dibuka.....	21
2.16 Pengukuran tiap seksi menggunakan <i>water gauge</i> dan <i>point gauge</i> .....	22
3.1 Sketsa profil muka air.....	24
3.2 Diagram alir penelitian.....	26
4.1 Simulasi pintu pada saluran sekunder.....	28
4.2 Profil muka air M <sub>3</sub> pada saluran I.....	36
4.3 Profil muka air M <sub>3</sub> pada saluran II.....	37

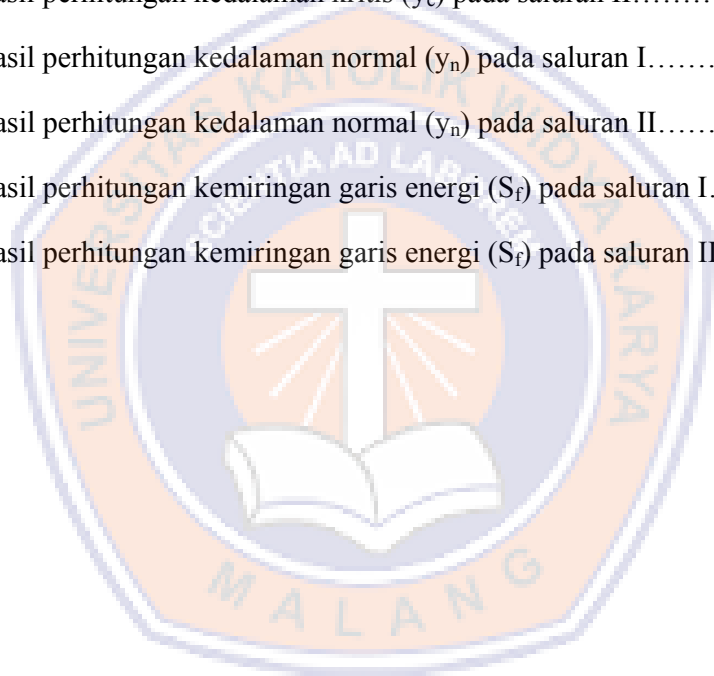
**DAFTAR LAMPIRAN**

1. Lampiran Asistensi Skripsi
2. Lampiran Gambar Profil Muka Air



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Data debit ( $Q$ ), $y_1$ , $y_2$ , $V_1$ , dan $V_2$ . Tinggi muka air pada saat dan setelah loncatan di saluran I dan II.....	22
2.2 Data debit ( $Q$ ), $y_1$ , $y_2$ , $V_1$ , dan $V_2$ . Tinggi muka air pada saat dan setelah loncatan di saluran I dan II.....	23
4.1 Hasil perhitungan kedalaman kritis ( $y_c$ ) pada saluran I.....	27
4.2 Hasil perhitungan kedalaman kritis ( $y_c$ ) pada saluran II.....	28
4.3 Hasil perhitungan kedalaman normal ( $y_n$ ) pada saluran I.....	30
4.4 Hasil perhitungan kedalaman normal ( $y_n$ ) pada saluran II.....	31
4.5 Hasil perhitungan kemiringan garis energi ( $S_f$ ) pada saluran I.....	33
4.6 Hasil perhitungan kemiringan garis energi ( $S_f$ ) pada saluran II.....	34



DAFTAR NOTASI

- $a$  : lebar bukaan pintu saluran penelitian
- $A$  : luas penampang aliran
- $B$  : lebar dasar saluran
- $C_c$  : koefisien kontraksi
- $D$  : kedalaman hidraulik
- $E_s$  : energi spesifik suatu titik dalam aliran
- $F$  : angka *Froude*
- $g$  : percepatan gravitasi bumi
- $H$  : tinggi tekanan total suatu titik dalam aliran
- $h_e$  : kehilangan energi akibat pusaran air
- $h_f$  : kehilangan energi antara dua penampang aliran
- $k$  : koefisien untuk perhitungan kehilangan energi akibat pusaran air
- $n$  : koefisien *Manning* untuk kekasaran saluran
- $P$  : keliling basah aliran
- $Q$  : debit aliran, volume aliran per satuan waktu
- $q$  : debit aliran per satuan lebar saluran
- $R$  : jari-jari hidraulik aliran
- $S_0$  : kemiringan dasar saluran
- $S_f$  : kemiringan garis energi
- $T$  : lebar permukaan aliran
- $v$  : kecepatan rerata aliran
- $y$  : kedalaman aliran

$y_c$  : kedalaman kritik aliran

$y_n$  : kedalaman normal aliran

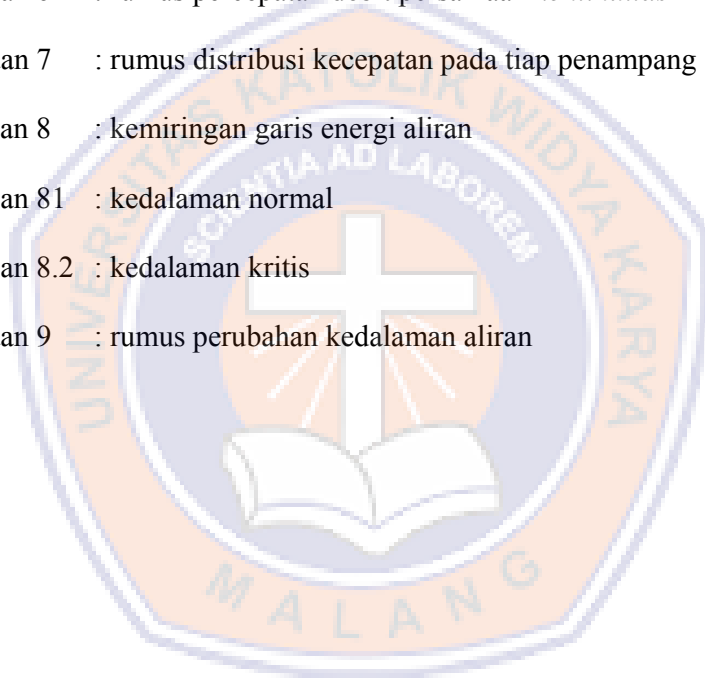
$z$  : jarak dasar saluran sampai ke datum

$\Delta x$  : panjang pias/seksi, jarak antara dua titik yang ditinjau



**DAFTAR PERSAMAAN**

- Persamaan 1 : angka *froude* tinggi
- Persamaan 2 : klasifikasi profil muka air
- Persamaan 3 : selisih jarak profil muka air di bagian 1 dan 2
- Persamaan 4 : turunan rumus debit dari persamaan *kontinuitas*
- Persamaan 5 : turunan rumus debit dari persamaan *Manning*
- Persamaan 6 : rumus percepatan debit persamaan *kontinuitas*
- Persamaan 7 : rumus distribusi kecepatan pada tiap penampang
- Persamaan 8 : kemiringan garis energi aliran
- Persamaan 8.1 : kedalaman normal
- Persamaan 8.2 : kedalaman kritis
- Persamaan 9 : rumus perubahan kedalaman aliran



## DAFTAR ISTILAH

**Aliran berubah beraturan:** aliran dengan parameter hidraulis (kecepatan, tampang basah) berubah dalam waktu lama dan jarak yang panjang.

**Aliran berubah cepat:** aliran dengan parameter hidraulis berubah dalam waktu singkat dan jarak yang pendek.

**Aliran seragam:** aliran dengan parameter hidraulis konstan pada setiap tampang di sepanjang aliran.

**Aliran tidak seragam:** aliran dengan parameter hidraulis pada setiap tampang di sepanjang aliran yang berubah-ubah.

**Aliran subkritis:** aliran dengan kecepatan alirannya lebih lambat daripada kecepatan rambat gelombang.

**Aliran kritis:** aliran dengan kecepatan aliran yang sama dengan kecepatan rambat gelombang

**Aliran superkritis:** aliran dengan kecepatan aliran yang lebih besar dari pada cepat rambat gelombang

**Angka Froude:** angka untuk menentukan tipe aliran. Aliran subkritis  $F < 1$ , aliran kritis  $F = 1$ , dan aliran superkritis  $F > 1$ .

**Debit:** volume aliran per satuan waktu

**Energi spesifik:** jumlah dari energi tekanan dan energi kecepatan pada titik tertentu dalam sebuah aliran.

**Jari-jari hidraulik:** perbandingan antara luas penampang aliran dan keliling basah aliran

**Keliling basah aliran:** panjang dinding saluran pada sebuah penampang yang bersentuhan langsung dengan aliran



**Kedalaman hidraulik:** perbandingan antara luas penampang aliran dan lebar permukaan aliran

**Koefisien Manning:** koefisien yang mengindikasikan kekasaran dinding saluran

**Luas penampang aliran:** luas potongan penampang aliran, hasil perkalian antara lebar dasar saluran dan tinggi dinding saluran

**Tinggi energi total:** jumlah energi kinetik, energi tekanan, dan energi elevasi di atas garis referensi dari suatu aliran.

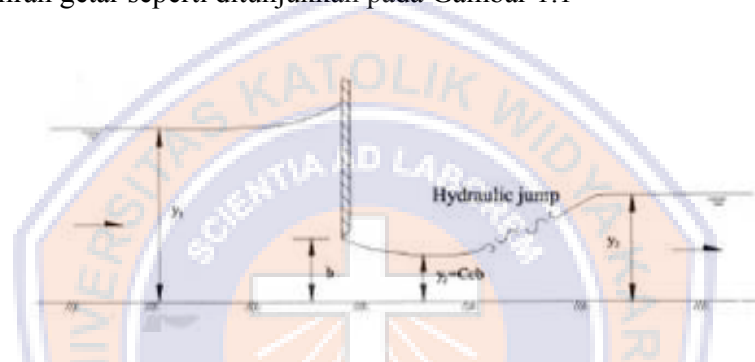


## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

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 1.1



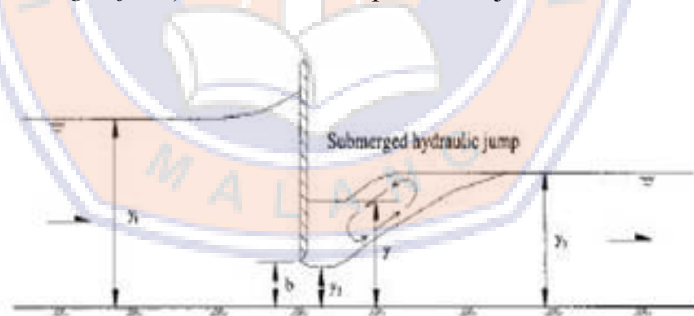
Gambar 1.1 Aliran bebas di bawah pintu sorong (*free flow*)  
(Sumber: Sunik, 2001)

Loncatan hidraulik terjadi ketika pada kondisi tertentu terjadi perubahan kedalaman aliran. Loncatan hidraulik 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.

Berdasarkan letaknya loncatan hidrolik yang terjadi melalui pintu sorong dengan ambang lebar (*weir*) di bawah pintu dan model saluran sekunder yang mempunyai belokan ke saluran primer (arah hulu) dapat diklasifikasikan menjadi

4 (empat) macam (Bremen dan Hager, 1993) yaitu : *repelled-jump* (di depan pintu sorong), *spatial-jump* (pada belokan), *transitional-jump* (antara belokan dan hulu) dan *classical-jumps* (hulu). Dari ke 4 macam loncatan hidraulik yang terjadi melalui pintu sorong, loncatan hidraulik pada belokan (*spatial jump*) memiliki energi yang cukup besar dan dapat menimbulkan terjadinya gerusan pada dinding saluran (bila nilai *sequent depth ratio s-jump*  $> 1$  akan terjadi gerusan), ditandai dengan adanya *vortex* (gelembung air dengan pusaran).

Loncatan hidraulik terdiri dari beberapa tipe (berombak, lemah, getar, tetap, kuat) yang dapat memengaruhi kondisi di hilir saluran. Loncatan hidraulik yang terjadi bersamaan dengan aliran bebas menyebabkan kemungkinan terjadinya penumpukan sedimen 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 1.2.



Gambar 1.2 Aliran tenggelam di bawah pintu sorong (*submerged flow*)  
(Sumber: Sunik, 2001)

Loncatan hidraulik berombak pada umumnya banyak membawa membawa sedimen. Loncatan berombak terbentuk dari aliran super-kritis transisi dan dapat diketahui dari perhitungan angka *Froude* (*Froude Number*, untuk menentukan jenis aliran).

Klasifikasi aliran terhadap waktu dibedakan menjadi aliran tetap (jika parameter aliran berubah kecepatan, tekanan, kerapatan dan debit tetap sesuai waktu atau tidak tergantung waktu) dan aliran tidak tetap (jika parameter aliran tergantung pada waktu). Klasifikasi aliran terhadap jarak dan ruang dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform flow*), dan aliran tidak seragam (*non uniformflow*), parameter aliran berupa kecepatan, tekanan dan debit beragam. Aliran tetap maupun tidak tetap dapat berupa aliran seragam atau aliran tidak seragam.

Klasifikasi profil muka air adalah penggolongan bentuk permukaan dari sebuah aliran yang dipengaruhi oleh karakteristik saluran dan debit. Profil muka air diklasifikasikan dalam enam kategori yaitu *mild*, *steep*, *critical*, *horizontal*, dan *adverse*. Klasifikasi profil muka air digunakan untuk memerkirakan karakteristik saluran seperti kedalaman, kemiringan dasar saluran dan kekasaran saluran. Klasifikasi profil muka air juga dapat dipakai untuk memerkirakan energi dari aliran yang dibutuhkan untuk perencanaan konstruksi saluran.

Mengacu pada kondisi diatas maka perlu mengklasifikasi profil muka air *spatial jump* aliran melalui pintu sorong.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah

Bagaimana klasifikasi profil muka air *spatial jump* aliran melalui pintu sorong?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah adalah sebagai berikut :

Penelitian menggunakan data sekunder dari penelitian terdahulu (Sunik, 2001). Data sekunder yang dimaksud yaitu :

Data debit ( $Q$ ) : 155, 233, 311, 389, 467 l/dtk, dengan variasi bukaan pintu

$a_1 = 6, 9, 12\text{cm}$ ;  $a_2 = 6\text{cm}$  dan  $a_1 = 6, 9, 12\text{ cm}$ ;  $a_2 = 12\text{ cm}$ .

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi profil muka air *spatial jump* aliran melalui pintu sorong.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Untuk instansi terkait (PU Pengairan)

Hasil penelitian dapat menjadi masukan dan wawasan dalam perencanaan saluran sekunder di jaringan irigasi yang menggunakan pintu sorong, khususnya untuk desain belokan saluran menuju saluran primer.

2. Untuk lingkungan akademik dan mahasiswa

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai pengetahuan dan rujukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.