

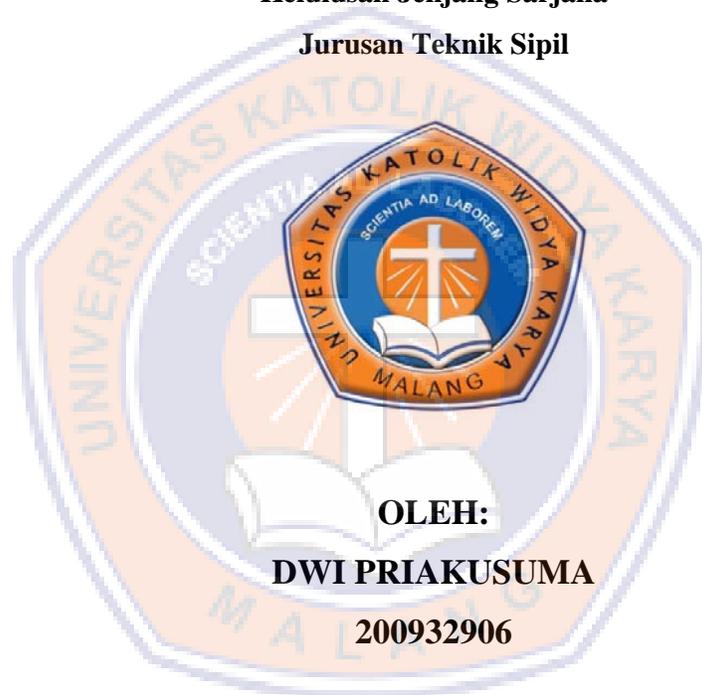
SKRIPSI

**ANALISIS KARAKTERISTIK PANJANG LONCATAN
HIDRAULIK MENGGUNAKAN METODE LANGKAH
LANGSUNG DENGAN PENDEKATAN KARAKTERISTIK
ALIRAN BERUBAH BERATURAN**

Disusun Guna Memenuhi Persyaratan

Kelulusan Jenjang Sarjana

Jurusan Teknik Sipil



OLEH:

DWI PRIAKUSUMA

200932906

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA

MALANG

2012

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

Analisis Karakteristik Panjang Loncatan Hidraulik Menggunakan Metode Langkah Langsung dengan Pendekatan Karakteristik Aliran Berubah Beraturan

Disusun oleh:

Dwi Priakusuma

200932906

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.Phill., 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 Kamis tanggal 28 Juni 2012.

Analisis Karakteristik Panjang Loncatan Hidraulik Menggunakan Metode Langkah Langsung dengan Pendekatan Karakteristik Aliran Berubah Beraturan

Disusun oleh:

Dwi Priakusuma

200932906

Penguji I,

Ir. Pudyono, MT.

Penguji II,

Sunik, ST., MT.
NIK 101037

Penguji Saksi

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

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

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

Sunik, ST., MT.
NIK 101037

ABSTRAK

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 profil aliran 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 per kasus dan dengan coba banding.

Analisis karakteristik panjang loncatan hidraulik dengan menggunakan metode langkah langsung dilakukan untuk mengetahui arah dan panjang loncatan hidraulik yang ditinjau terhadap titik kontrol yang digunakan. Analisis ini digunakan karena 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, loncatan hidraulik yang terjadi arahnya berlawanan dengan arah aliran.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh kesadaran aku telah melonjak kegirangan,
Dengan penuh kesadaran telah kurasakan *euphoria*
Kegembiraan untuk selesainya satu tugas dalam kehidupanku.

Dengan penuh kerendahan hati kuucapkan lagi terima kasihku
Rasa syukurku pada-Mu Tuhanku
Wujud baktiku untukmu ayah dan ibuku
Tonggak cinta untuk buah hati dan belahan jiwaku
Rasa hormat untukmu para pembimbingku
Wujud kobar semangat untukmu saudara seperjuanganku
Bentuk tanggung jawabku untukmu yang senantiasa mendukungku

Biarkan kesadaran dan kerendahan hati selalu membuatku terjaga
Inilah tonggak dalam perjalanan yang akan manis kukenang
Inilah noktah dalam peta kehidupanku yang tergambar indah
Tetap terjaga dan melangkah dengan menatap tegak kedepan

Widyakusuma_2012

KATA PENGANTAR

*Untuk:
Bapak, Ibu,
Widyakusuma,
serta persembahan untuk
tanah tumpah darahku,
Indonesia*

Puji Tuhan untuk segala kasih, penyertaan, dan hikmat-Nya sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan kelulusan jenjang sarjana. Skripsi ini juga disusun untuk dapat menjadi acuan bagi semua pihak mengenai metode analisis aliran melalui saluran terbuka, khususnya dengan menggunakan metode langkah langsung.

Aliran pada saluran terbuka yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan hasil penelitian dari permodelan saluran irigasi dengan adanya percabangan saluran sekunder. Permodelan saluran dibuat di laboratorium oleh peneliti terdahulu (Sunik, 2001). Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui panjang dan karakter loncatan hidraulik yang terjadi.

Terima kasih penulis ucapkan untuk semua pihak yang senantiasa mendukung selama proses penelitian, khususnya kepada:

1. Segenap jajaran dosen Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya Malang. Pengajar, pembimbing, dan penguji yang sangat membuka wawasan penulis. Lebih khusus lagi untuk Bapak Sonny dan Ibu Sunik.
2. Dawen Lada, Dawen Lamiang Widyakusuma, Blacky, Canny, dan Windy yang senantiasa mendampingi setiap perjalanan penulis.

3. Teman, sahabat, dan keluarga yang memberikan dukungan moral dan material untuk terselesaikannya penelitian ini.

Demikian yang dapat disampaikan, kiranya laporan skripsi ini dapat berguna untuk kita semua. Kritik dan saran yang membangun akan sangat berguna untuk kelanjutan pengembangan ilmu pengetahuan dalam ranah akademis, khususnya di lingkungan Universitas Katolik Widya Karya Malang.

Malang, Juli 2012

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Lembar Persembahan.....	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Notasi.....	xiii
Daftar Persamaan.....	xv
Daftar Istilah	xvi
Daftar Lampiran	xviii
BAB I Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka	
2.1 Aliran Berubah Beraturan.....	6
2.2 Metode Langkah Langsung (<i>Direct Step Method</i>)	10
2.3 Metode Langkah Standar (<i>Standard Step Method</i>)	12

2.4 Hasil Penelitian Sebelumnya 13

BAB III Metode Penelitian

3.1 Rancangan Penelitian 18

3.2 Pengumpulan dan Pengolahan Data 20

3.3 Tahapn Pelaksanaan Penelitian 20

BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian..... 23

4.1.1 Panjang Loncatan Hidraulik (x) pada Saluran 1 23

4.1.2 Panjang Loncatan Hidraulik (x) pada Saluran 2 29

4.2 Pembahasan 36

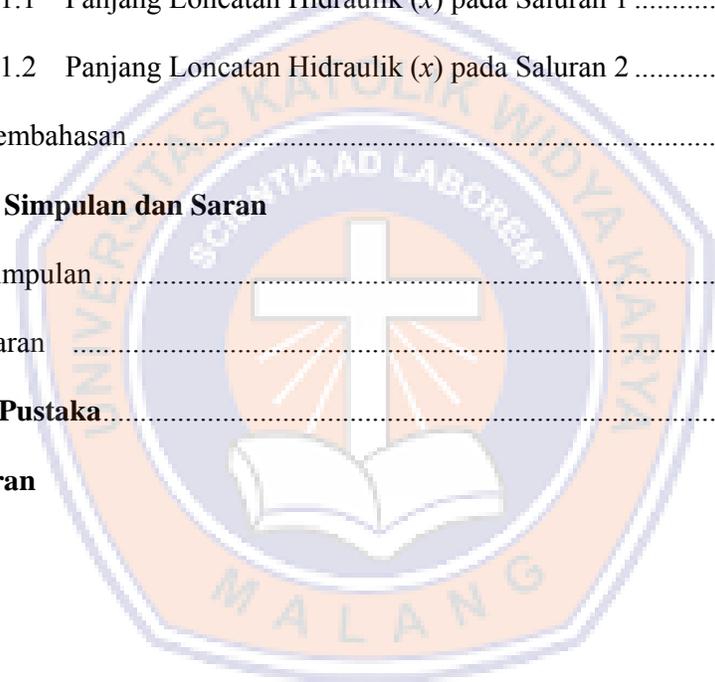
BAB V Simpulan dan Saran

5.1 Simpulan..... 38

5.2 Saran 38

Daftar Pustaka 39

Lampiran



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Uraian	Hal
1.1	Aliran bebas di bawah pintu sorong (<i>free flow</i>).....	1
1.2	Aliran tenggelam di bawah pintu sorong (<i>submerged flow</i>)..	2
2.1	Sketsa perubahan profil aliran	7
2.2	Pembagian pias pada metode langkah langsung	11
2.3	Model tes saluran sekunder dan pembagian seksi pada saluran 1 dan 2	13
2.4	Loncatan hidraulik yang terjadi pada saat pintu air dibuka ...	14
2.5	Pengukuran tiap seksi menggunakan <i>water gauge</i> dan <i>point gauge</i>	15
3.1	Sketsa titik yang ditinjau (<i>a</i>) dan luas penampangnya (<i>b</i>).....	18
3.2	Sketsa analisa panjang loncatan hidraulik	19
3.3	Bukaan pintu sorong pada saluran 1 dan 2	20
3.4	Diagram alir penelitian	22
4.1	Sketsa arah Δx terhadap titik kontrol	36

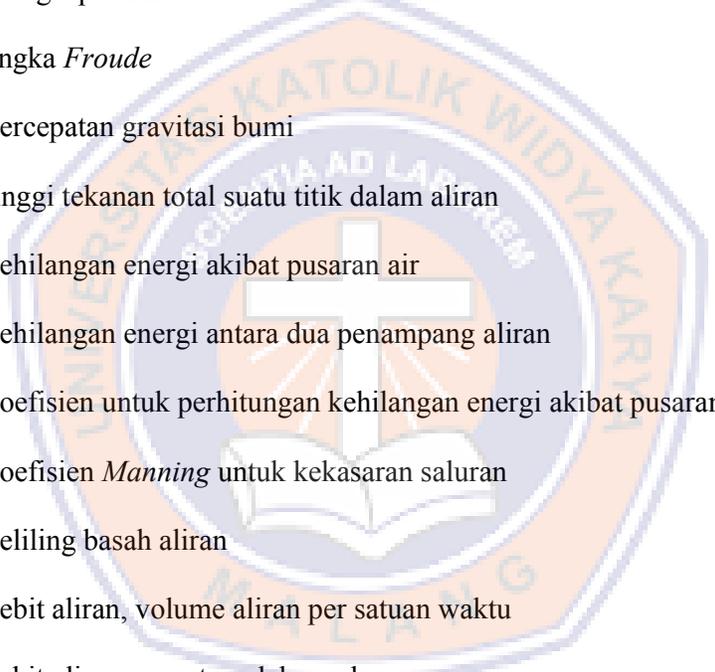
DAFTAR TABEL

Tabel	Uraian	Hal
2.1	Data debit (Q), y_1 dan y_2 (tinggi muka air pada saat dan setelah loncatan), v_1 dan v_2 (kecepatan) pada saluran 1 dan saluran 2	16
4.1	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 6 cm dan a_2 : 6 cm	23
4.2	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 9 cm dan a_2 : 6 cm	27
4.3	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 12 cm dan a_2 : 6 cm	27
4.4	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 6 cm dan a_2 : 12 cm	28
4.5	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 9 cm dan a_2 : 12 cm	28
4.6	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 12 cm dan a_2 : 12 cm	29
4.7	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 6 cm dan a_2 : 6 cm	29
4.8	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 9 cm dan a_2 : 6 cm	33
4.9	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 12 cm dan a_2 : 6 cm	33
4.10	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 6 cm dan a_2 : 12 cm	34

4.11	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 9 cm dan a_2 : 12 cm	34
4.12	Hasil analisis perhitungan panjang loncat air dengan bukaan pintu, a_1 : 12 cm dan a_2 : 12 cm	35
4.13	Rekapitulasi panjang loncatan hidraulik pada saluran 1 dan 2	35



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 <i>Froude</i>
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 <i>Manning</i> 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

Δx : panjang pias/seksi, jarak antara dua titik yang ditinjau



DAFTAR PERSAMAAN

- Persamaan 1 : tinggi tekanan/energi total suatu titik dalam aliran
- Persamaan 2 : energi spesifik
- Persamaan 3 : persamaan *Manning* untuk kecepatan aliran
- Persamaan 4 : turunan rumus debit dari persamaan *Manning*
- Persamaan 5 : jari-jari hidraulik aliran
- Persamaan 6 : kemiringan garis energi aliran
- Persamaan 7 : angka *Froude*
- Persamaan 8 : kedalaman kritis aliran
- Persamaan 9 : kedalaman normal aliran
- Persamaan 10 : panjang pias antara dua titik yang ditinjau
- Persamaan 11 : metode langkah standar
- Persamaan 12 : kehilangan energi antara dua titik dalam aliran
- Persamaan 13 : kehilangan energi akibat pusaran air

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



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Uraian
1	Lembar Asistensi
2	Analisis metode langkah langsung (<i>Microsoft Office excel</i>)

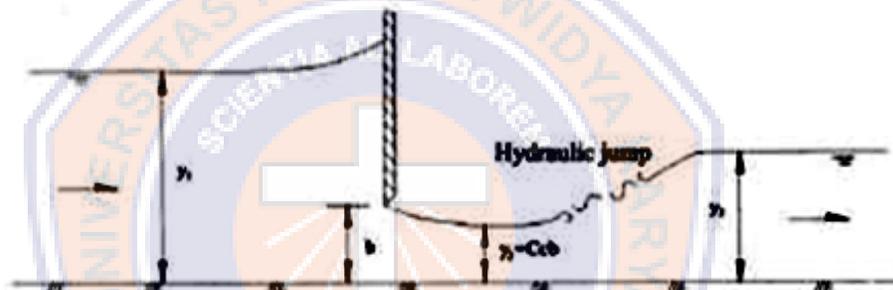


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

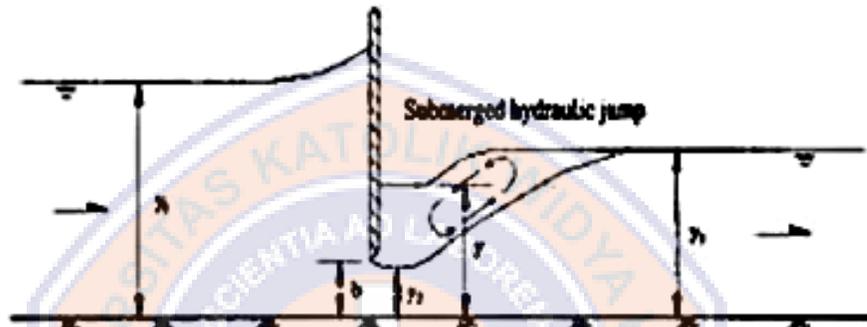
Pintu sorong (*sluice gate*) secara umum digunakan untuk mengontrol debit pada saluran irigasi dan saluran drainase. Pada saat pintu air dibuka biasanya terjadi aliran bebas (*free flow*) yang disertai dengan adanya loncatan hidraulik (*hydraulic jump*) dan terdapat koefisien kontraksi (C_c , *contraction 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 merupakan contoh aliran berubah cepat karena terjadi pada jarak yang pendek dan dalam analisisnya tidak melibatkan gesekan serta tekanan hidrostatis (Kodoatie, 2001). Loncatan hidraulik terjadi ketika ada transisi aliran dari aliran superkritis menjadi aliran subkritis (Triatmodjo, 1993). Loncatan hidraulik dianalisis dengan cara coba banding, studi kasus per kasus, dengan menggunakan perhitungan energi spesifik yang terjadi akibat loncatan (Kodoatie, 2001). Tipe paling sederhana dari loncatan hidraulik terjadi pada saluran horizontal berpenampang persegi panjang.

Loncatan hidraulik ini 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 terjadi penumpukan sedimen (*erosion bank*) 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)

Banyak tidaknya sedimen yang terbentuk juga tergantung tipe loncatan hidraulik yang terjadi. Jenis loncatan hidraulik yang sering terjadi adalah loncatan hidraulik berombak, terbentuk dari aliran superkritis transisi dan dapat diketahui dari perhitungan angka *Froude* (*Froude Number*, untuk menentukan jenis aliran).

Selain jenis loncatan hidraulik dan transisi aliran yang terjadi, panjang dari loncatan hidraulik juga perlu dianalisis. Erosi terhadap dinding saluran terjadi cukup signifikan pada bagian aliran dimana terjadi olakan atau loncatan hidraulik (Triatmodjo, 1993). Untuk dapat mengantisipasi terjadinya gerusan terhadap dinding saluran, diperlukan bangunan pengaman hilir pada bagian saluran yang diperkirakan menjadi tempat terjadinya loncatan hidraulik, karena itulah diperlukan analisis untuk mengetahui panjang loncatan hidraulik.

Panjang loncatan hidraulik dapat dianalisis dengan pendekatan karakter aliran berubah beraturan, beberapa metodenya antara lain: metode langkah standar, metode langkah langsung, dan metode integrasi numerik. Metode langkah standar dan integrasi numerik menggunakan perhitungan dengan cara coba banding dalam mencari kedalaman aliran serta jarak titik yang akan ditinjau (Triatmodjo, 1993 dan Kodoatie, 2001). Metode langkah standar lebih banyak digunakan untuk saluran dengan penampang non prisma. Metode langkah langsung dilakukan dengan membagi aliran dalam saluran terbuka dalam beberapa bagian, dengan satu titik yang diketahui parameter hidraulisnya sebagai titik kontrol. Metode langkah langsung biasa digunakan dengan titik kontrol pada hilir aliran, kemudian menghitung kedalaman aliran pada hulu saluran. Namun ada kalanya jika aliran yang dianalisis adalah aliran superkritis, maka perhitungan dengan metode langkah langsung dilakukan dari hulu menuju hilir saluran (Triatmodjo, 1993).

Dengan kondisi tersebut, maka dilakukanlah penelitian terhadap karakteristik panjang loncatan hidraulik menggunakan metode langkah langsung dengan pendekatan karakteristik aliran berubah beraturan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana karakter panjang loncatan hidraulis yang dihitung menggunakan metode langkah langsung dengan pendekatan karakteristik aliran berubah beraturan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah pada skripsi 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 dilakukan hanya bertujuan menghitung panjang loncatan hidraulik, menggunakan metode langkah langsung, dengan bantuan program *Microsoft Office Excel*.
3. Aliran pada saluran yang melalui pintu sorong dianggap berubah beraturan, sehingga analisis profil aliran dilakukan dengan menggunakan pendekatan persamaan aliran berubah beraturan.
4. Titik kontrol yang digunakan sebagai awal perhitungan adalah titik kedalaman y_2 (titik kedalaman setelah terjadinya loncatan hidraulik).
5. Tidak menganalisis distribusi kecepatan aliran dalam saluran serta gesekan yang terjadi.
6. Tidak menganalisis sedimen dan volume yang terjadi akibat loncatan hidraulik yang terjadi.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mengetahui karakteristik panjang loncatan hidraulik pada aliran melalui pintu sorong menggunakan metode langkah langsung dengan pendekatan karakteristik aliran berubah beraturan.

Sedangkan manfaat dari skripsi 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 di Unika Widya Karya.

