

**KAJIAN LABORATORIUM POLA ALIRAN PADA KAWASAN PULAU  
KEMARO**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Diluar Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**ACHMAD NURUDDIN ZAIN**

**03101401063**

**Dosen Pembimbing I :**

**IR. HELMI HAKI, MT**

**Dosen Pembimbing II :**

**IR. H. SARINO, MSCE**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2014**

\$  
627.8607

R 5293/5310

Ach  
k  
2014

**KAJIAN LABORATORIUM POLA ALIRAN PADA KAWASAN PULAU  
KEMARO**



## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**ACHMAD NURUDDIN ZAIN**  
03101401063

Dosen Pembimbing I :  
IR. HELMI HAKI, MT

Dosen Pembimbing II :  
IR. H. SARINO, MSCE

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**2014**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ACHMAD NURUDDIN ZAIN  
NIM : 03101401063  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL LAPORAN : "KAJIAN LABORATORIUM POLA ALIRAN PADA  
KAWASAN PULAU KEMARO"

Palembang, Juli 2014

Ketua Jurusan,



Dr. Hj. Ika Juliantina, M.S

Nip. 19600701 198710 2 001

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : ACHMAD NURUDDIN ZAIN  
NIM : 03101401063  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL LAPORAN : "KAJIAN LABORATORIUM POLA ALIRAN PADA  
KAWASAN PULAU KEMARO"

Palembang, Juli 2014

Dosen Pembimbing I,



**Ir. Helmi Haki, MT.**

Nip. 19610703 199102 1 001

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : ACHMAD NURUDDIN ZAIN  
NIM : 03101401063  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL LAPORAN : "KAJIAN LABORATORIUM POLA ALIRAN PADA  
KAWASAN PULAU KEMARO"

Palembang, Juli 2014

Dosen Pembimbing Ii,



**Ir. H. Sarino, MSCE.**

Nip. 19590906 198703 1 004

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : ACHMAD NURUDDIN ZAIN  
NIM : 03101401063  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL LAPORAN : "KAJIAN LABORATORIUM POLA ALIRAN PADA  
KAWASAN PULAU KEMARO"

Palembang, Juli 2014  
Pemohon,

Achmad Nuruddin Zain  
Nim. 03101401063

# KAJIAN LABORATORIUM POLA ALIRAN PADA KAWASAN PULAU KEMARO

Achmad Nuruddin Zain<sup>1\*</sup>, Helmi Haki<sup>2</sup> dan Sarino<sup>3</sup>

Laboratorium Mekanika Fluida dan Hidrolika  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM.32 Indralaya, Sumatera Selatan  
\*Korepondensi Penulis: aiiu\_marlina@yahoo.com

## Abstrak

Untuk menentukan jenis aliran pada sebuah saluran, kita dapat melakukan pengukuran langsung ke lapangan dengan parameter yang telah ditentukan. Tetapi untuk memudahkan penelitian, dapat dilakukan pemodelan hidrolika di laboratorium. Pemodelan mempermudah proses pengukuran karena data dapat diperoleh tanpa perlu langsung ke lapangan. Pemodelan Sungai Musi pada kawasan Pulau Kemarau dilakukan berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan sebelumnya di lapangan. Untuk menentukan jenis aliran pada kolam pemodelan dilakukan dengan tiga variasi debit. Variasi debit dilakukan agar perubahan kecepatan dan kedalaman saluran dapat diamati. Debit yang digunakan yaitu sebesar  $0,62 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$  dilanjutkan dengan debit  $0,67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$  dan yang terbesar dengan debit  $0,74 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ . Berdasarkan hasil pengamatan didapat bahwa besar debit mempengaruhi jenis aliran. Kecepatan aliran berpengaruh dengan jenis aliran berdasarkan bilangan froude. Pertemuan arus pada pertemuan Sungai Komering dengan Sungai Musi menyebabkan penurunan kecepatan dan bertambahnya kedalaman saluran sehingga menyebabkan aliran subkritis. Jenis aliran berdasarkan bilangan reynold cenderung tidak terlalu banyak dipengaruhi oleh kecepatan dan kedalaman aliran. Jenis aliran yang didapat berdasarkan bilangan reynold adalah aliran turbulen karena kecepatan yang ada cenderung tidak stabil dan tidak beraturan.

**Kata Kunci :** Jenis Aliran, Pemodelan Hidrolika, Bilangan Reynold, Bilangan Froude.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah Swt, Karena Berkat Rahmat Dan Karunia-Nya Penulis Dapat Menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Ini. Laporan Tugas Akhir Ini Berjudul, “Penentuan Jenis Aliran Pada Kawasan Pulau Kemarau (Uji Model Hidrolika Di Laboratorium)”. Skripsi Ini Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada Kesempatan Ini Dengan Segala Kerendahan Hati, Penulis Ingin Menyampaikan Ucapan Terimakasih Kepada :

1. Prof. Dr. Badia Perizade, M.B.A., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Ibu Ir.Hj.Ika Juliantina,MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,
4. Ibu Ratna Dewi.ST,MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,
5. Bapak Ir. Helmi Hakki, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis sampai selesai laporan Tugas Akhir ini,
6. Bapak Ir. H. Sarino, MSCE., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis sampai selesai laporan Tugas Akhir ini,
7. Seluruh Dosen Pengajar, staff dan administrasi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
8. Kedua Orang Tua Bapak Muhammad Nur dan Ibu Siti Zainab serta Keluarga Besar yang telah memberikan dukungan moril, materil dan doa yang selalu menjadi semangat bagi penulis.
9. Kepada Alia Nissa yang selalu memberikan dukungan dan doa yang tanpa henti menjadi pacuan bagi penulis agar menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
10. Rekan tim seperjuangan (Devrio, Ichsan dan Damar) yang saling membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.



11. Seluruh rekan seperjuangan selama menjalani perkuliahan di Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Sipil, terutama angkatan 2010 yang selalu memberikan bantuan selama proses perkuliahan.
12. Seluruh sahabat keluarga besar seperantauan dari berbagai jurusan (Yoga, Anug, Santo, Fariz, Samuel, Aldi dan sahabat lainnya) serta abang-abang senior yang sudah seperti keluarga bagi penulis yaitu bang borry dan bang ocik. Terima kasih atas bantuan kalian selama perjuangan di kota perantauan.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis Menyadari Bahwa Laporan Tugas Akhir Ini Masih Banyak Terdapat Kekurangan. Oleh Karena Itu, Kritik Dan Saran Sangat Diharapkan. Akhir Kata Penulis Berharap Laporan Tugas Akhir Ini Dapat Bermanfaat Bagi Kita Semua Dan Semoga Kita Selalu Mendapat Rahmat Serta Lindungan Dari Allah Swt.

Palembang, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Abstraksi .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Lampiran .....	xiv
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penulisan .....	2
1.4. Ruang Lingkup .....	2
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah .....	2
1.4.2 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Tinjauan Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2. Pemodelan .....	6
2.2.1. Tahapan Pemodelan Sistem .....	6
2.3. Saluran .....	8
2.4. Sungai .....	8
2.5. Pola Alur Sungai .....	9
2.6. Saluran Terbuka .....	10
2.7. Penentuan Debit .....	11
2.8. Klasifikasi Aliran .....	11
2.9. Bentuk Saluran .....	18
2.10. Geometri Saluran .....	18
2.11. Aliran Bercabang .....	19
2.12. Aliran Yang Melalui Pulau .....	19

	2.13. Persamaan kontinuitas .....	21
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	23
	3.1. Tinjauan Studi atau Studi Literatur.....	23
	3.2. Rencana Alat dan Bahan.....	24
	3.2.1. Rencana Alat.....	24
	3.2.2. Rencana Bahan.....	29
	3.3. Prosedur Penelitian .....	30
	3.4. Pengambilan Data.....	32
	3.5. Analisa Data .....	33
	3.6. Analisa Jenis Aliran.....	33
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
	4.1. Pemodelan Penelitian.....	35
	4.2. Data Hasil Penelitian .....	36
	4.3. Analisis Saringan dan Klasifikasi Tanah.....	36
	4.4. Pemeriksaan Berat Jenis .....	38
	4.5. Kalibrasi Debit.....	39
	4.6. Klasifikasi Aliran.....	43
	4.7. Analisis Data Untuk Karakteristik Aliran.....	45
	4.7.1. Karakteristik Aliran Berdasarkan Debit.....	46
	4.7.2. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> .....	75
	4.7.3. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> .....	77
	4.8. Pembahasan .....	80
	4.8.1. Karakteristik Aliran Berdasarkan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> .	81
	4.8.2. Karakteristik Aliran Berdasarkan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> ...	82
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
	5.1. Kesimpulan .....	84
	5.2. Saran .....	85

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
IV.1 Tabel Skala Perbandingan Lapangan dan Laboratorium .....	36
IV.2 Hasil Data Analisis Butiran Sedimen .....	37
IV.3 Hasil Data Analisis Berat Jenis.....	38
IV.4 Data Kalibrasi Debit Pada Saluran Sungai Musi .....	40
IV.5 Data Kalibrasi Debit Pada Saluran Sungai Komerling .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
I.1. Peta Lokasi Penelitian.....	3
II.1. Pola Alur Sungai .....	10
II.2. (a) Aliran Seragam.....	14
(b) Aliran Seragam Tak Tunak.....	14
II.3. Aliran Laminer .....	15
II.4. Aliran Turbulen .....	15
II.5. Grafik Aliran dan Tekanan Variasi Kecepatan Pada Aliran Turbulen.....	16
II.6. Hubungan Antara Debit dan Tinggi Air Pada Kondisi Energi Spesifik	
Konstan .....	16
II.7. Gelombang Kritis, Subkritis dan Superkritis .....	17
II.8. Berbagai Macam Bentuk Saluran Terbuka	
(a) Trapesium .....	19
(b) Persegi .....	19
(c) Segitiga .....	19
(d) Setengah Lingkaran.....	19
(e) Tak Beraturan .....	19
II.9. Geometri Penampang Persegi dan Trapesium.....	19
II.10. Percabangan Aliran .....	21
II.11. Aliran Yang Melalui Pulau.....	21
III.1. Model Hidrolik Sungai.....	24
III.2. Pompa Air .....	24
III.3. <i>Currentmeter</i> atau <i>Flowmeter Nixon Streamflow-430</i> .....	25
III.4. Pintu Thomson .....	25
III.5. Mistar 30 cm .....	26
III.6. Cetakan Saluran .....	26
III.7. Timbangan .....	27
III.8. Benang .....	27
III.9. Sekop Besar dan Cangkul .....	28
III.10. Sekop Kecil .....	28
III.11. Paku.....	29

III.12. Grid Penentu Koordinat x dan y .....	29
III.13. Contoh Tanah Pada Pemodelan .....	30
III.14. Proses pemadatan Tanah .....	30
III.15. Peta Lokasi Penelitian .....	31
III.16. Pembuatan Grid Menggunakan Benang .....	31
III.17. Saluran Setelah Terbentuk .....	32
III.18. Diagram Alir Rencana Urutan Kerja Penelitian.....	34
IV.1. Kolam Pemodelan Sungai Musi dan Pulau Kemarau .....	35
IV.2. Grafik Hasil Analisis Saringan .....	37
IV.3. Aliran Pintu Thomson.....	39
IV.4. Potongan 1 Pada Peta.....	46
IV.5. Potongan 24 Pada Peta.....	52
IV.6. Potongan 40A dan 40B Pada Peta .....	57
IV.7. Potongan 53 Pada Peta.....	65
IV.8. Potongan Sungai Komerling Pada Peta .....	71
IV.9. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> Jam Ke-1 .....	75
IV.10. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> Jam Ke-2 .....	76
IV.11. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> Jam Ke-3 .....	76
IV.12. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Reynold (Re)</i> Jam Ke-4 .....	77
IV.13. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> Jam Ke-1 .....	78
IV.14. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> Jam Ke-2.....	78
IV.15. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> Jam Ke-3 .....	79
IV.16. Perbandingan Debit Dengan Bilangan <i>Froude (Fr)</i> Jam Ke-4 .....	79
IV.17. Pusaran Arus Pada Kawasan Pertemuan Sungai Komerling dan Sungai Musi.....	80

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Tabel Hasil Penelitian Dengan Debit  $0,62 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ .
- Lampiran B Tabel Hasil Penelitian Dengan Debit  $0,67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ .
- Lampiran C Tabel Hasil Penelitian Dengan Debit  $0,74 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ .
- Lampiran D Bilangan Reynold Debit  $0,62 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0,74 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ .
- Lampiran E Bilangan Froude Debit  $0,62 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ .
- Lampiran F Bilangan Froude Debit  $0,67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ .
- Lampiran G Bilangan Froude Debit  $0,74 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ .

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1. Latar Belakang

Saluran terbuka atau sungai adalah saluran di mana air mengalir dengan muka air bebas. Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan mekanika fluida (*fluid mechanics*). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul di antara fluida dan pembatas (dinding). Telah diketahui secara umum bahwa akibat adanya perilaku terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah horizontal maupun vertikal.

Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam merupakan suatu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alami, seperti sungai yang kecil dan besar dimana alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Saluran buatan saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatnya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri. Karakteristik aliran yang terjadi pada saluran buatan merupakan aliran seragam yang terjadi di sepanjang saluran.

Fenomena aliran melalui saluran terbuka telah lama diketahui dan dimanfaatkan oleh manusia. Karakteristik aliran fluida yang keluar melalui saluran terbuka mempunyai bentuk dan kecepatan yang berbeda untuk setiap perubahan tekanan dan kecepatan aliran. Saluran terbuka pada sebuah meja analogi hidrolik mempunyai ciri atau karakteristik 'h' (ketinggian/kedalaman), C (Kecepatan penalaran gelombang air), V (kecepatan aliran air) dan Fr (Bilangan Froude).

Jenis-jenis aliran pada saluran terbuka atau sungai dapat ditentukan berdasarkan kecepatan dan tekanan aliran. Jenis aliran pada suatu titik dalam saluran terbuka belum tentu sama dengan titik yang lain, tergantung dengan kecepatan aliran pada titik tersebut.

3

Berbagai permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran terkadang tidak dapat diselesaikan dengan analitis, maka harus melakukan pengamatan dengan membuat suatu bentuk saluran atau alat peraga, bentuk saluran ini mempunyai



bentuk yang sama dengan permasalahan yang diteliti, tetapi ukuran dimensi lebih kecil dari yang ada di lapangan.

Dengan masalah tersebut maka pada laporan penelitian ini akan diadakan suatu kajian laboratorium terhadap penentuan jenis aliran pada kawasan pulau kemarau. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu masukan yang dapat digunakan untuk mengetahui berbagai jenis aliran yang ada di kawasan tersebut berdasarkan uji model hidrolika di laboratorium.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dibahas dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana jenis aliran yang terjadi pada kawasan Pulau Kemarau berdasarkan permodelan di laboratorium?
2. Bagaimana pengaruh kecepatan dan debit aliran sungai terhadap jenis aliran sungai di kawasan Pulau Kemarau?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari Laporan Tugas Akhir ini antara lain :

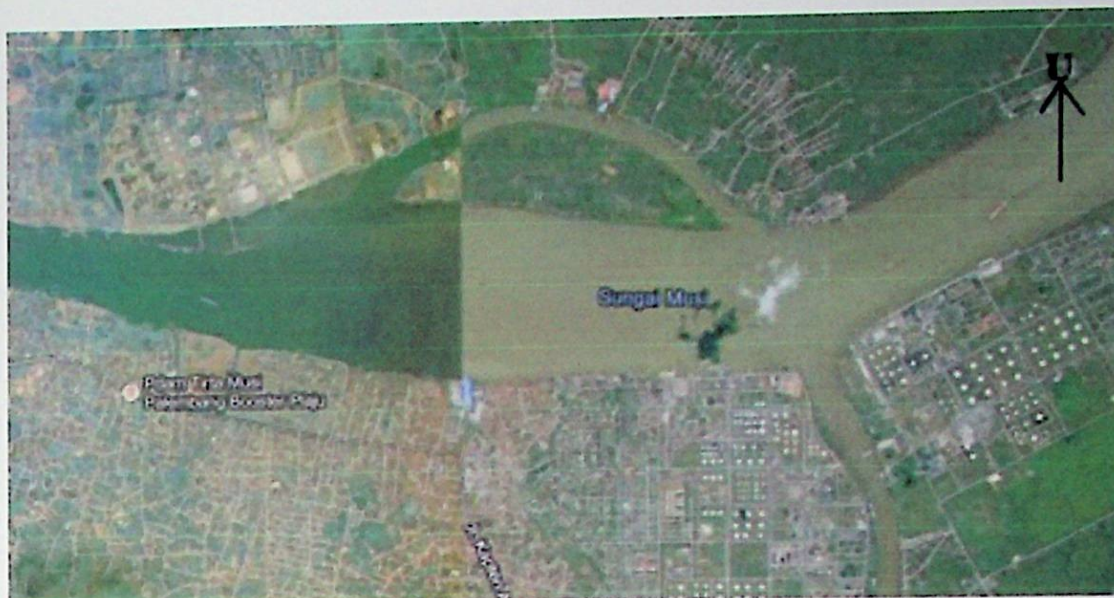
1. Menganalisis jenis aliran pada kawasan pulau kemarau.
2. Menganalisis pengaruh kecepatan terhadap jenis aliran sungai di kawasan pulau kemarau.

## **1.4. Ruang Lingkup**

### **1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah**

Ruang lingkup wilayah pada daerah penelitian adalah pemodelan di Laboratorium Mekanika Fluida dan Hidrolika Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Indralaya. Penelitian ini dibatasi dengan bahan dasar dan dinding saluran terbuat dari tanah aluvial, keadaan saluran bercabang pada kawasan Pulau Kemarau (*lateral inflow*) dan kondisi air tidak bersedimen (*clear water*).

Di laboratorium akan diaplikasikan bentuk dari pada penelitian ini ruas sungai : Pulau Kemaro, Palembang, Sumatera Selatan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar I.1 dibawah ini.



Sumber : Google Maps

Gambar I.1. Peta Lokasi Penelitian

#### 1.4.2. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dititik beratkan pada mengetahui jenis aliran yang ada pada kawasan pulau kemarau. Pada penelitian ini juga terdapat saluran sungai yang bercabang pada kawasan Pulau Kemarau (*lateral inflow*) dan air yang digunakan adalah air yang tidak bersedimen (*clear water*).

#### 1.5. Sistematika Penulisan

Rencana Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi 5 bab dengan uraian sebagai berikut :

##### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup wilayah dan penelitian, dan sistematika penulisan.

##### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori dasar yang digunakan dalam penelitian karakteristik untuk menentukan jenis aliran pada kawasan Pulau Kemarau.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi prosedur kerja penggunaan model di laboratorium untuk mendapatkan parameter-parameter yang mempengaruhi penentuan jenis aliran.

### BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi data-data yang diperoleh dari penelitian, serta menganalisa hubungan antara debit aliran dengan jenis aliran berdasarkan angka *Froude (Fr)* dan bilangan *Reynold (Re)*.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian yang telah dijalankan dan saran yang berguna untuk membantu penelitian-penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chow, Ven Te. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Erlangga. Jakarta.
- Legono, Djoko. 1999. *Pendidikan Dan Implementasi Penanganan Sungai Berwawasan Terpadu dan Berkelanjutan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J . 2009. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Andi. Yogyakarta.
- Mulyanto, H.R. 2007. *Sungai Fungsi dan Sifat-Sifatnya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Darmulia. 2012. *Analisis Karakteristik Aliran Melalui Saluran Terbuka Menyempit Dengan Variasi Sudut Pada Meja Analogi Hidrolik*. ILTEK volume 7. Makassar.
- Manonama, Tiny dan Soetopo, Widandi. 2008. *Permodelan Sebagai Sarana Dalam Mencapai Solusi Optimal*. Jurnal Teknik Sipil Volume 8. Yogyakarta.
- Harseno, Edy dan Jonas VL, Setdin, 2007. *Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan Pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatis*. Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik UKRIM. Yogyakarta.